

M E R E N M I T T A U S T E N
N U M E E R I N E N K Ä S I T T E L Y
M E R E N K U L K U H A L L I T U K S E S S A

52 KOR



3431

Merenkulkuhallitus
Merikarttaosasto
Atk-jaos

Juha Korhonen
puh. 1543148

1983-10-31

Sisällysluettelo:

| | | |
|------|---|----------|
| 1. | JOHDANTO | Sivu: 2 |
| 1.2 | Merenmittausorganisaatio Suomessa | Sivu: 2 |
| 1.3 | Merenmittauksen tehtävät | Sivu: 2 |
| 1.4 | Merenmittauslajit | Sivu: 3 |
| 1.5 | Merenmittauskalusto ja henkilökunta | Sivu: 3 |
| 1.6 | Merenmittaustilanne | Sivu: 3 |
| 1.7 | Numeerisen käsittelyn tarve | Sivu: 5 |
| 1.8 | Numeerisen käsittelyn historiaa mkh:ssa | Sivu: 6 |
| 2. | MERENMITTAUSTIEDON KERUU | Sivu: 8 |
| 2.1 | Kaikuluotaus | Sivu: 8 |
| 2.2 | Kaikuhaaraus | Sivu: 11 |
| 2.3 | Tankoharaus | Sivu: 14 |
| 2.4 | Vaijeriharaus | Sivu: 14 |
| 2.5 | Muut mittausmenetelmät | Sivu: 15 |
| 2.6 | Paikannusmenetelmät | Sivu: 15 |
| 2.7 | Kalibroinnit ja korjaukset | Sivu: 16 |
| 3. | NUMEERINEN MERENMITTAUSTEN TULOSTUS ALUKSILLA | Sivu: 18 |
| 4. | LAITTEISTOT, OHJELMISTOT JA HENKILÖSTÖ | Sivu: 19 |
| 5. | KAIKULUOTAUSTEN TULOSTUS | Sivu: 21 |
| 5.1 | Kaikuluotausdatan luonne | Sivu: 21 |
| 5.2 | Tulosteet | Sivu: 21 |
| 5.3 | Käsittely | Sivu: 22 |
| 5.4 | Digitointi | Sivu: 22 |
| 5.5 | Koordinaattien laskenta | Sivu: 24 |
| 5.6 | Karttalehtijako | Sivu: 25 |
| 5.7 | Syvyysnumerokartan laskenta | Sivu: 25 |
| 5.8 | Syvyysnumerokarttojen piirtäminen | Sivu: 26 |
| 5.9 | Indeksikartta | Sivu: 26 |
| 5.10 | Kokeiluja | Sivu: 26 |
| 6. | KAIKUHARAUSTEN KÄSITTELY | Sivu: 28 |
| 6.1 | Kaikuhaarausdatan luonne | Sivu: 28 |
| 6.2 | Kaikuhaarausdatan käsittely | Sivu: 28 |
| 6.3 | Listaukset | Sivu: 29 |
| 6.4 | Ajolinjakartta | Sivu: 29 |
| 6.5 | Syvyysnumerokartat | Sivu: 30 |
| 6.6 | Syvyyskäyräkartta halsseittain | Sivu: 30 |
| 6.7 | Numeerinen syvyysmalli | Sivu: 30 |
| 6.8 | Käyräkarttojen laskeminen | Sivu: 33 |
| 6.10 | Indeksikartat | Sivu: 36 |
| 7. | TANKOHARAUSTEN TULOSTUS | Sivu: 37 |
| 8. | NUMEERISEN AINEISTON SIIRTO MERIKARTOILLE | Sivu: 38 |
| 8.1 | Alueellinen syvyyslukujen valinta | Sivu: 38 |
| 8.2 | Syvyyskäyrien yleistys | Sivu: 40 |
| 8.3 | Väyläesityskarttojen laatiminen | Sivu: 41 |
| 9. | NUMEERINEN AINEISTO VÄYLÄSUUNNITTELUSSA | Sivu: 42 |
| 9.1 | Yleistä | Sivu: 42 |
| 9.2 | Syvyysmalli | Sivu: 42 |
| 9.3 | Väyläalue | Sivu: 42 |

Sisällysluettelo (jatko)

| | | |
|------|---------------------------------------|----------|
| 9.3 | Massa-arviolaskenta | Sivu: 43 |
| 9.4 | Väylän linjauksen optimointi | Sivu: 44 |
| 9.5 | Ruoppausaluekartta | Sivu: 45 |
| 9.6 | Kapasiteetti- ja tarkkuustarkasteluja | Sivu: 45 |
| 10. | SYVYYSTIEDONHALLINTA | Sivu: 46 |
| 10.1 | Peräkkäistiedostot | Sivu: 46 |
| 10.2 | Hajatiedostot (MB-tiedostot) | Sivu: 47 |
| 10.3 | Linjoittaiset hajatiedostot | Sivu: 50 |
| 10.4 | Hajatiedostot (MZ-järjestelmä) | Sivu: 51 |
| 10.4 | Käyrätiedostot | Sivu: 52 |
| 10.4 | Peruskarttatiedonhallinta | Sivu: 55 |
| 11. | YLEISIÄ TARKASTELUJA | Sivu: 56 |
| 11.1 | Ajovirtojen generointi | Sivu: 56 |
| 11.2 | Lokitiedostot | Sivu: 56 |
| 11.3 | Varmistukset ja arkistointi | Sivu: 56 |
| 11.4 | Kapasiteettiarvioita | Sivu: 57 |
| 11.5 | Tarkkuusselvityksiä | Sivu: 57 |
| 11.6 | Kustannuslaskelmia | Sivu: 58 |
| 11.7 | Rekisterit | Sivu: 59 |
| 11.8 | Muita tulosteita | Sivu: 60 |
| 11.9 | Jatkokehittelyjä | Sivu: 60 |
| 12. | MUUT MENETELMÄT JA JÄRJESTELMÄT | Sivu: 63 |
| 12.1 | Tulostusmenetelmät | Sivu: 63 |
| 12.2 | Merenmittausjärjestelmät | Sivu: 64 |
| | KIRJALLISUUSVIITTEET | Sivu: 72 |
| | LIITTEET | Sivu: 75 |

1. JOHDANTO

Tässä esityksessä kuvataan merenkulkuhallituksessa tapahtuvaa merenmittausten numeerista tulostamista merenmittauskartoiksi sekä myös muuta numeerista merenmittausaineistojen käsittelyä.

Tarkoitus on antaa yleiskuva merikarttaosaston atk-jaoksessa tapahtuvasta merenmittausten tulostuksesta. Aluksi on yleispiirteinen esitys merenmittauksesta, sen tehtävistä ja mittautavoista. Merenmittauksen kuvauksessa keskitytään niihin seikkoihin, joilla on merkitystä tulostuksen ymmärtämiseksi. Lisäksi on hie-
man kerrottu ohjelmistojen jatkokehittelyistä sekä uusista mahdollisesti käyttöön tulevista mittausmenetelmistä, joiden mittauksia voidaan tulostaa myös numeerisesti.

Numeerinen merenmittausten tulostus ja muu numeerinen merenmittausaineiston käyttö on kuvattu lähinnä toiminnalliselta kannalta. Pääpaino on eri tulosteiden ja niiden ominaisuuksien esittelyllä. Esityksen tarkoitus on selventää merenmittausten käyttäjille erilais-
ten karttojen ja muiden tulosteiden laskentaperiaatteita, mahdollisuuksia erilaisiin versioihin sekä eri karttojen käyttökelpoisuutta eri tehtäviin.

1.2 Merenmittausorganisaatio Suomessa

Merenmittaustehtäviä Suomessa hoitavat pääasiassa merenkulkuhallitus, tie- ja vesirakennushallituksen vesitieosasto, vesihallitus järvien osalta sekä eräät konsulttitoimistot. Merenkulkuhallituksen merikarttaosasto on päävastuussa Suomen rannikon ja tärkeimpien sisävesien syvyyksien kartoittamisesta.

1.3 Merenmittauksen tehtävät

Merenmittauksen päämääränä on luoda edellytykset turvallisuudelle merenkululle hankkimalla luotettavat tiedot vesialueiden topografiasta ja merenpohjan laadusta merikarttojen valmistusta sekä väylien suunnittelua ja rakentamista varten. Lisäksi merenmittaustoiminta palvelee yleistä vesialueiden tutkimustoimintaa ja vesialueiden muuta hyväksikäyttöä /MKH82/.

Erityyppisten vesialueiden merenmittauksessa ovat tavoitteet seuraavat:

- avomerellä kartoitetaan merenkululle vaaralliset matalat ja muiden alueiden syvyyssuhteet (yleiset syvyysarvot).

- meriväylillä kartoitetaan meren pohja niin tarkasti, että pystytään määrittämään mahdolliset ruopattavat massat ja niiden laatu.

- saaristossa mitataan erityisesti ne vesialueet, joilla on merkitystä pienveneliikenteelle ja kalastukselle.
- sisävesiväylillä pyritään samoihin tavoitteisiin kuin meriväylillä.
- muualla sisävesialueilla mittausten tarkkuustavoite tähtää pienveneiden turvallisen liikkumisen varmistamiseen.

1.4 Merenmittauslajit

Merenmittaustoiminta voidaan karkeasti jakaa seuraaviin tehtäviin:

1. alueluotaus
2. väylä- ja tutkimusluotaus
3. kaikuhaara
4. mekaaninen hara

Geodeettiset runko- ja tukipistemittaukset liittyvät kiinteästi merenmittaukseen. Nämä pyritään sitomaan valtakunnalliseen kiintopisteistöön.

1.5 Merenmittauskalusto ja henkilökunta

Mkh:lla on merenmittaustöiden suorittamista varten käytössä yhdeksän merenmittausretkikuntaa. Yhden merenmittausretkikunnan muodostavat tuki- tai mittausalus, sen mittausveneet ja kalusto sekä henkilökunta.

Taulukossa 1.1 on esitetty merenmittausretkikunnat ja niiden kalusto.

1.6 Merenmittaustilanne

Retkikuntien mittaustyöt ovat viime vuosina kohdistuneet pääasiassa väylämittauksiin, joiden tavoitteena on ollut väyliä merenkulullinen parantaminen, riittävän kulkusyvyyden varmistaminen tai kokonaan uusien väyliä tai väyläosuuksien tutkiminen.

Vuonna 1980 oli merialueitamme luodattu luotettavasti noin 71000 neliökilometriä. Luotaamattomia ja puutteellisesti luodattuja alueita oli jäljellä noin 18000 neliökilometriä.

Sisävesistä on luodattu luotettavasti vain noin 9000 neliökilometriä. Merenkulullisesti tärkeitä sisävesialueita on kokonaan tai osittain luotaamatta noin 5000 neliökilometriä.

Merenmittausretkikuntien alukset ja mittauskalusto

| Ret-ki-kun-ta | Toiminta-alue | Alus | Rak. aika | Pituus Leveys Syväys | Kone- teho | Henk.kunta | | Kalusto | | | | |
|---------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------|----------------------------|---------------|------------|-----------|------------------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| | | | | | | Pääl-lystö | Mie-histö | Mittaus-ym. veneitä | Kaiku-luot. | Vaijeri haroja | Työntö- haroja | Elektr. paikanm. laitt. |
| I | Suomen-lahti | Tukialus PRISMA | 1978 | 60,0 13,0 1,9 | 630 | 12 | 38 | 10 | 6 | 1 | 3 | — |
| II | Sisä-vesistöt | Tukialus LINSSI | 1979 | 41,0 8,0 1,8 | 200 | 6 | 19 | 6 | 4 | 1 | 1 | — |
| | | Tukialus SESTA | 1979 | 20,0 5,9 0,9 | — | 2 | 9 | 2 | 2 | — | 1 | — |
| III | Saaristo-meri | Tukialus KALLA | 1963 | 60,0 13,0 1,5 | — | 12 | 38 | 11 | 8 | 1 | 3 | — |
| IV | Merial. rannikko ja saaristo | Mittaus- alus AIRISTO | 1972 | 30,5 8,9 3,0 | 520 | 6 | 9 | 2 | 1 | — | — | 2 |
| V | Perämeri | Tukialus HYÖKY | 1912 | 40,2 7,6 3,4 | 240 | 6 | 21 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 |
| VI | Selkä-meri | Tukialus SAARISTO | 1965/79 | 47,5 9,0 3,2 | 1065 | 7 | 19 | 4 | 4 | 1 | 1 | |
| VII | Ulkomeri | Mittaus- alus TAUVO | 1963 | 28,3 6,7 3,0 | 460 | 4 | 9 | 2 | 3 | — | — | 2 |
| VIII | Merial. rannikko ja saaristo | Mittaus- alus SÄRKÄ | 1965/78 | 27,1 5,4 1,9 | 410 | 4 | 7 | 2 | 1 | — | — | 2 |
| IX | Saaristo-meri ja Suomen-lahti | Tukialus KORSHOLM | 1931 | 48,8 8,5 3,3 | 865 | 6 | 24 | 7 | 5 | 1 | 1 | — |
| YHTEENSÄ | | 7 tukialusta 3 mittausalusta | | | | 65 | 193 | 50 | 37 | 6 | 11 | 10 |

Taulukko 1.1. Mittausretkikunnat ja niiden kalusto.

Taulukossa 1.2 on esitetty merenkulkuhallituksen merenmittausten työsuoritteita vuosilta 1976-80. Taulukossa 1.3 on esitetty vastaavasti eri retkikuntien mittausten vuosittaiset keskiarvot. Näiden mukaan riittää alueluotausta vielä yli 30 vuodeksi nykyisellä kapasiteetillä.

Merenmittausretkikuntien mittauksten suoritteet vuosina 1976 - 80

| Alueluotaus | | | Tutkimusluotaus | | Kaiku- haraus | Mekaaninen haraus |
|-------------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Vuosi | linjakm | km ² | linjakm | km ² | km ² | km ² |
| 1976 | 12 770 | (1 144) | 4 017 | (60) | 15 | 72 |
| 1977 | 6 444 | (1 038) | 4 342 | (65) | 12 | 55 |
| 1978 | 7 239 | (414) | 5 669 | (115) | 27 | 118 |
| 1979 | 6 317 | (290) | 3 887 | (60) | 20 | 75 |
| 1980 | 7 991 | (404) | 3 221 | (45) | 34 | 100 |

Taulukko 1.2. Merenmittaussuoritteet 1976-80.

Vuosien 1976 - 80 mittaussuoritteiden keskiarvo retkikunnittain

| Retki- kunta | Luotaus | | Kaiku- haraus km ² | Mekaani- nen haraus km ² |
|-----------------|---------|-----------------|-------------------------------------|---|
| | linjakm | km ² | | |
| I | 1 000 | (8) | 20 | 20 |
| II | 1 250 | (12) | | 13 |
| III | 1 200 | (12) | | 20 |
| IV | | | | |
| V | 300 | (3) | | 20 |
| VI | 100 | (10) | 10 | 15 |
| VII | 6 500 | (610) | | |
| VIII | | | | |
| IX | 1 250 | (40) | | 10 |
| Yhteensä | 11 600 | (695) | 30 | 98 |

Taulukko 1.3. Retkikuntien vuosikeskiarvot.

Liitteissä 1.1 ja 1.2 on esitetty merenmittaustilanne vuosina 1981 ja 1992.

Kuvassa 1.1 on esitetty eräitä merenmittausmuotoja ja varusteita.

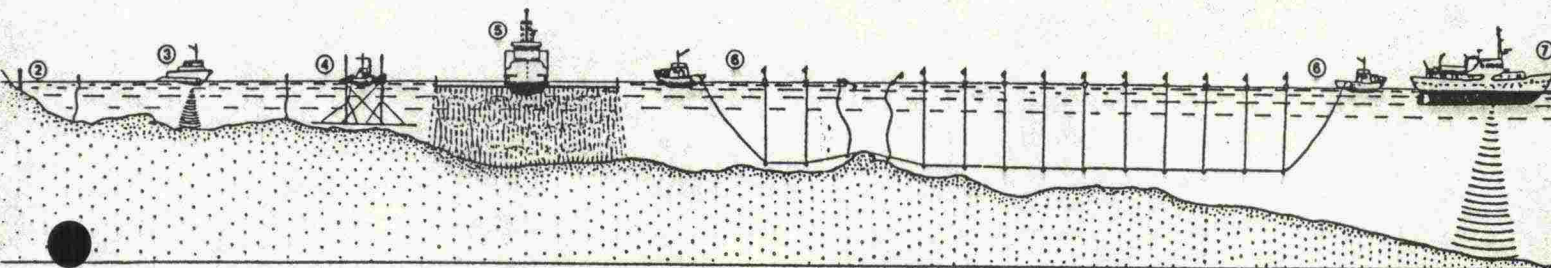
1.7 Numeerisen käsittelyn tarve

Kaikuhausten käsittely pelkästään vanhoilla käsimene-
telmillä on mahdotonta kaikuhaussa syntyvän
suuren tietomäärän vuoksi.

Eräitä merenmittauksen varusteita ja työmuotoja

ERÄITÄ MERENMITTAUKSEN VARUSTEITA JA TYÖMUOTOJA

1. Rannalle geodeettisen kiintopisteen päälle rakennettu tähysmerkki optista paikannäytystä varten.
2. Vedenkorkeusasteikko, jonka lukemat välitetään radiopuhelimella ulompana työalueella oleville veneille.
3. Luotausvene tutkimassa poijuihin rajattua metalaa.
4. Mekaaninen työntöharja varmistamassa väylälle haluttua kulkuvyyttä.
5. Kaikuharjausalus kartoittamassa merenpohjaa.
6. Kahden veneen välissä hinnaa vajerihara, jota käytetään laajempien alueiden kulkuvyyden varmistamiseen.
7. Merenmittausalus suorittamassa avomeriluotusta.



Kuva 1.1. Merenmittausmuotoja ja varusteita.

Numeerisella käsittelyllä pyritään saamaan merenmittausten tulostus tarkemmaksi ja nopeammaksi kuin vanhoilla käsitulostuksilla. Myös mittauskarttojen tulostaminen erilaisina versioina ja muunnelmina eri tarkoituksiin on huomattavasti kätevämpää numeerisesti. Ohjelmallinen syvyystietouden siirtäminen merikartoille on myös yksi numeerisen aineiston käyttösovellus. Myöskin useat merenmittausjärjestelmät tallentavat mitatut syvyydet ja paikannustiedot jo numeerisessa muodossa.

1.8 Numeerisen käsittelyn historiaa mkh:ssa

Mma TAUVOlla kokeiltiin 1964 jo reikänauhalle rekisteröivää luotainta, mutta kokeilu epäonnistui lähinnä tulostuksen aiheuttamiin ongelmiin. Kokeilusta on kerrottu enemmän /MATT64/.

Mma TAUVO:n (sekä nyt jo käytöstä poistetun mma NAUTILUKSEN) luotauksen numeerisen tulostuksen kehittäminen aloitettiin v. 1974.

Teodoliittiluotauksen tulostus tvl:n mittauksista aloitettiin vuonna 1979.

Mma AIRISTO valmistui vuonna 1973, jolloin aloitettiin myös sen kaikuharausten tulostuksen kehittäminen. Ensimmäiset koetyöt tehtiin mmh:ssa. Vuodesta 1974 alkaen tulostusta on hoidettu mkh:n omalla henkilöstöllä.

Vuosina 1976-77 tulostettiin mma AIRISTON harauksia pikatulostuksena mmh:n Nova 840 -laitteistolla. Tällöin tulostettiin vain haraustason alapuolelle jääneet arvot vähän samaan tapaan kuin haraustietuekartat nykyisin mma SÄRKÄN mittauksista. Nämä pikatulostetut haraukset on tulostettu normaaleiksi syvyyskäyräkartoiksi myöhemmin (1979-80).

Mma SÄRKÄN kaikuharauksia tulostettiin kokeiluluontoisesti vuoden 1976 ja -77 mittauksia. Tällöin SÄRKÄN järjestelmä talletti haraustiedot syvyysvyöhyke-diagrammeina, jotka digitoitiin ja muunnettiin laskennollisesti oikeaan koordinaatistoon sekä piirrettiin syvyyskäyräkartan konsepti, joka puhtaaksi piirrettiin käsin. Uudistetun SÄRKÄN kaikuharaukset on tulostettu vuodesta 1979 alkaen vastaavilla ohjelmilla kuin AIRISTON kaikuharaukset.

Vuosia 1974-78 voidaan pitää numeerisen tulostuksen kokeilujaksona, jolloin pyrittiin selvittämään millaisia tulostuksia pystytään numeerisesti tuottamaan sekä mitä henkilöstö-, ohjelmisto- ja laitteistoresursseja numeeriseen tulostukseen tarvitaan.

Alkuaikoina oli käytettävissä UNIVAC 1108 -suurtietokone, Dmac-2 -digitointilaitteisto sekä Kongsberg DC300/1216 -piirustuskoje. Myös Nova 840 oli vuodesta 1974 alkaen käytettävissä, mutta sitä käytettiin pääasiassa ohjelmistojen kehittelyyn ja kokeiluun.

Varsinainen tuotanto pääsi alkuun vuonna 1978, kun mkh sai käyttöönsä HP3000- tietokoneen sekä nopean Calcomp 960 -piirustuskojeen. Nyt on digitointiin käytettävissä Calcomp 9000 -digitointilaitteisto.

Alkuaikojen tulostusohjelmista ja käytössä olleista laitteistoista on kerrottu tarkemmin mm. /KORH76/.

Nykyisin käytössä olevat merenmittausten tulostusohjelmien versiot on otettu pääasiassa käyttöön vuosina 1978-79. Mm. syvyyskäyrien määrittämisessä tarvittava syvyysmalliohjelmisto on kehitetty atk-jaksossa vuosina 1976-79. Ohjelmat ovat osoittautuneet käyttökelpoisiksi. Niiden nopeus ja kapasiteetti ovat suurinpiirtein riittäneet kaikkeen tulostukseen. Tulosteiden laatu on ollut yleensä mittauskartoille riittävän hyvä, joskin aivan kaikkia tapauksia ei ole voitu ohjelmallisesti käsitellä.

Kehittämistarpeita ohjelmistossa on kuitenkin vielä runsaasti. Kehittämistyötä suunnataan pääasiassa tulostuksen ja syvyyksien talletuksen varmuuden lisäämiseen, suurempien alueiden käsittelyn mahdollistamiseen sekä merenmittaustietojen siirtämiseen merikartoille ja muille pienimittakaavaisille kartoille. Myös uudet mittausmuodot ja uudet mitattavat suureet aiheuttavat tarvetta ohjelmistokehittelyyn.

2. MERENMITTAUSTIEDON KERUU

2.1 Kaikuluotaus

Kaikuluotauksessa luotausalus mittaa yhtä luotauslinjaa kerrallaan ja rekisteröi kaikuluotaimella syvyyksiä aluksen kulkemalta linjalta. Yleensä ajetaan lähes samansuuntaisia luotauslinjoja useita vierekkäin, jolloin saadaan haluttu alue kartoitetuksi. Useimmiten luotauslinjat sijaitsevat sen verran kaukana toisistaan, ettei koko alueen kattavaa yhtenäistä peittoa muodostu, vaan linjojen väliin jää luotaamatonta aluetta.

Suomessa kaikuluotaukset voidaan jakaa paikannusmenetelmän mukaan seuraavasti:

- decca-luotaukset : avomerialueilla, syvyyksien peruskartoitus
- teodoliittiluotaukset: väyläalueilla, matalatutkimukset
- ruutulotaukset: väyläalueilla, matalatutkimukset

Kaikuluotauksetiedon kerääminen

Kaikuluotain lähettää aluksen pohjaan kiinnitetystä värähtelijästä vakiotaajuudella (noin 30 - 300 kHz) äänipulsseja. Ne heijastuvat meren pohjasta takaisin laivan pohjassa olevaan vastaanotinanturiin. Luotain rekisteröi äänipulssin käyttämän ajan. Kun äänen nopeus vedessä (noin 1500 m/s) tunnetaan, voidaan määrittää tästä kulkuajasta veden syvyys.

Kaikuluotauksen tarkkuus riippuu hyvin monesta tekijästä. Näitä ovat mm. käytetty luotaustaajuus, pohjan laatu, veden lämpötilakerrokset, pohjan kaltevuus, aluksen keinunta, kaloista ym. johtuvat virhekaiut.

Kaikuluotauksella voidaan teoriassa hyvissä olosuhteissa ja huolellisella kalibroinnilla päästä n. 5 cm tarkkuuksiin. Enemmän kaikuluotauksen tarkkuudesta on kerrottu esim. /HEYN82/, /DHO83/.

Yleisimmin käytössä olevat luotaimet rekisteröivät luotauksetulokset analogisesti diagrammipaperille. Diagrammille tulostuu nollasyvyys ja aluksen kulkeman reitin syvyysprofiili. Syvyysskaala voi vaihdella syvyysolosuhteista riippuen, esim. 0 - 20 m, 0 - 100 m, 0 - 200 m, 100 - 200 m, jne. Diagrammille rekisteröidään myös tarvittava paikannustietous. Liitteessä 2.1 on esimerkki decca-luotauksen diagrammista.

Uusimmat luotaimet tulostavat syvyudet myös suoraan numeerisessa muodossa, joten ne voidaan rekisteröidä

jo mitattaessa esim. mg-nauhalle. Kaikuharausaluksissa olevat luotaimet antavat syvyysarvot numeromuodossa.

Äänen kulkuaikaan vedessä vaikuttavat veden lämpötila ja suolapitoisuus. Nämä arvot mitataan ennen luotauksen alkua ja kaikuluotain kalibroidaan näiden suhteen. Jos näitä arvoja ei voida mitata, niin kaikuluotain voidaan kalibroida suoraan tunnetun syvyyden avulla tai laskemalla sopiva levy määräsyvyyteen luotaimen alle ja säätämällä luotain näyttämään todellista syvyyttä. Veden lämpötila vaihtelee syvyyden funktiona, joten kalibrointi voidaan tehdä täysin oikein vain yhdelle syvyydelle. Tämä ei aiheuta kovin suurta virhettä mittauksiin, sillä tarkimmissa mittauksissa syvyydet ovat yleensä pieniä (alle 50 m).

Ääniaaltojen taajuus vaikuttaa äänen tunkeutumiseen pohjaan. Jos käytetään matalataajuuksista luotainta, saadaan paluusignaali vasta kiinteästä pohjasta (esim. kalliosta) kun taas korkeataajuuksinen luotain antaa paluupulssin jo pohjan ylimmästä kerroksesta (yleensä mudasta). Tätä eri taajuuksien ominaisuutta voidaan käyttää hyväksi pohjan laadun määrittelyssä.

Korkeataajuuksinen luotain on myös herkempi erilaisille häiriöille. Näitä ovat mm. roskat ja levät vedessä. Myös kalaparvista saadaan herkemmin kaikuja korkeammilla taajuuksilla.

Ruutuluotaus

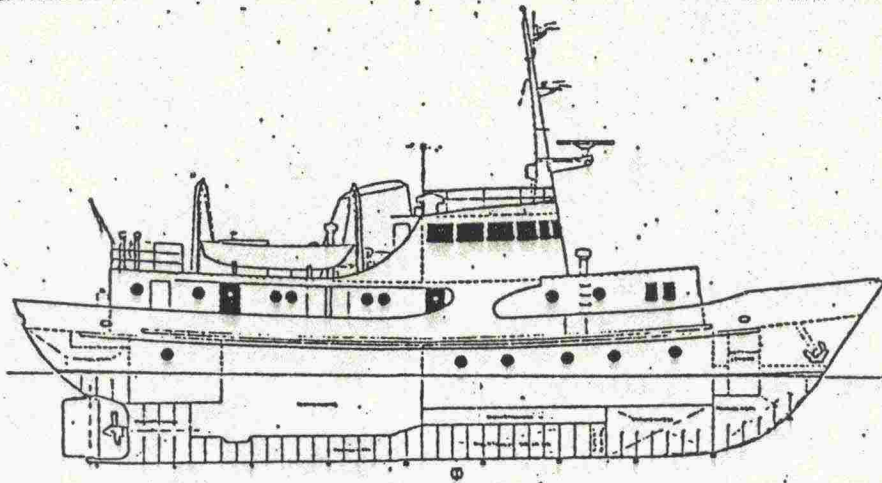
Ruutulotauksia ei tulosteta vielä numeerisesti, vaan niiden mittauskartat käsitellään perinteisesti käsityönä tukialuksilla. Tukialuksilla tapahtuva numeerinen tulostus on suunnitteilla.

Decca-luotaus

Decca-luotauksta suorittaa nykyään vain mma TAUVO ja sen apuvene TAUVO1. Decca-luotauksilla pyritään saamaan yleiskuva avomerialueiden syvyyssuhteista. Näiden luotausten perusteella voidaan rajata ne alueet, jotka vaativat tarkempia tutkimuksia. Kuvassa 2.2 on mma TAUVO.

Decca-luotaus tapahtuu siten, että luotausalus ajaa decca-linjaa pitkin ja rekisteröi syvyysprofiilia. Alus pidetään linjalla decca-vastaanottimesta saatavan paikannustiedon avulla. Leikkaavat linjat nähdään myös vastaanottimesta. Ajettavan linjan decca-koodi kirjoitetaan diagrammille. Samoin rekisteröidään leikkaavat decca-linjat. Rekisteröinti tapahtuu deccalaitteistossa olevaa rekisteröintinappia painamalla, jolloin diagrammille rekisteröityy viiva. Vastaava decca-koodi kirjoitetaan ko viivan viereen.

TAUVO1 ajaa emäaluksensa vierellä vakioetäisyydellä siitä. Etäisyys pyritään pitämään ennalta määrättyä



Mittausalus TAUVO

Varustus:

1 mittausvene
Decca-Navigator
3 kaikuluotainta

Rak. 1963 Turku

Pituus 28,3 m, leveys 6,7 m syväys 3,0

Uppouma 187 ton.

Konetehto 380 hv

Henkilökunta 13 h.

Toiminta-ala: Avomeriluotaus

Kuva 2.2. Mma TAUVO.

prismojen avulla. Etäisyys valitaan siten, että se vastaa luodattavien decca-linjojen väliä. Tällöin siis saadaan kaksi decca-linjaa luodatuksi kerralla.

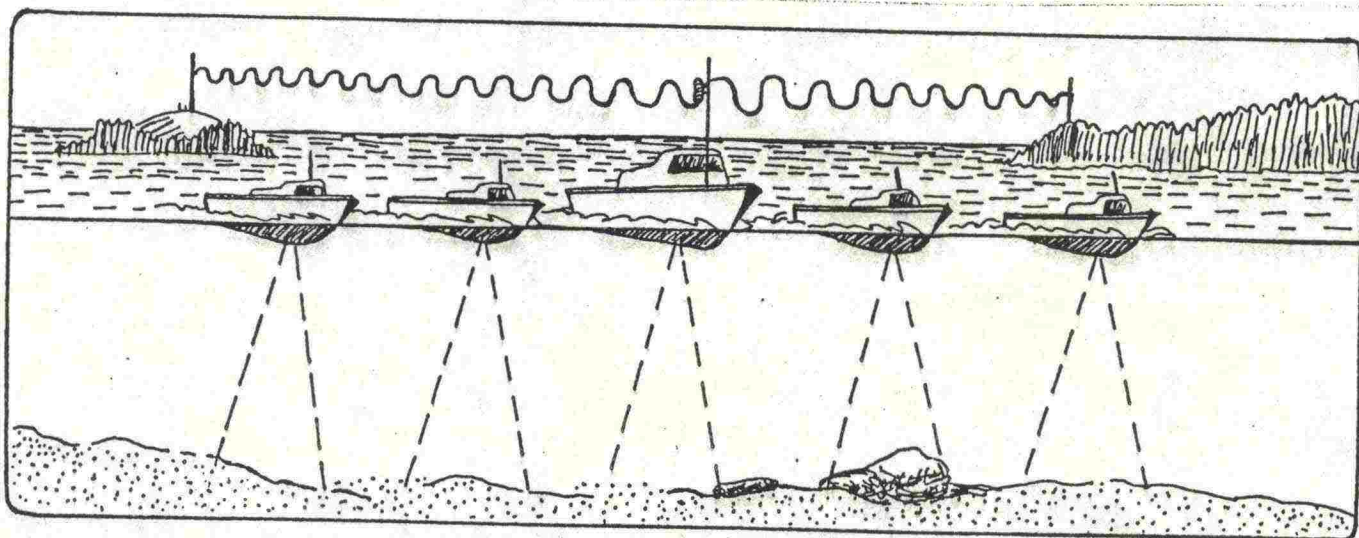
Luodatut linjat merkitään etukäteen piirretyille decca-kartoille. Liitteessä 2.1 on esimerkki atk-jaoksessa lasketusta ja piirretystä decca-kartasta. Decca-kartalle on piirretty ne decca-hyperbelit sillä tiheydellä kuin luotaus on suunniteltu toteutettavan. Decca-karttaa käytetään nykyään vain luotauksen seurantaan. Aikaisemmin decca-karttoja käytettiin myös decca-vastaanottimien kalibrointiin, mutta nykyään kalibroinnit tehdään laskennallisesti.

Merenkulkuhallituksessa on suunnitteilla uudistaa mma TAUVO:n järjestelmä, jolloin luotaukset saataisiin suoraan numeerisena magneettinauhalle tai -kasetille. Decca-luotaukset tulostetaan kaikki atk-jaoksessa.

Liitteessä 2.2 on kaavio eräästä numeerisesti rekisteröivästä luotausjärjestelmästä.

Luotausveneyksikkö

Mkh:ssa on myös vireillä uuden luotausyksikön hankkiminen. Tällaiseen yksikköön kuuluisi 5 venettä, jotka ajaisivat muodostelmassa ja luotaisivat viittä linjaa kerrallaan. Katso kuva 2.3. Tässä yksikössä mittaukset talletettaisiin suoraan numeerisesti mg-nauhoille ja tulostetaan kaikki numeerisesti.



Kuva 2.3. Luotausveneyksikkö.

Teodoliittiluotaus

Teodoliittiluotausta suorittavat lähinnä tvl:n luotausveneet. Teodoliittiluotauksessa mittaus tapahtuu siten, että luotausvene ajaa suoraa linjaa joko kohti ohjausteodoliittia tai siitä pois päin. Vene pyritään pitämään oikealla linjalla siten, että ohjauspisteellä oleva henkilö seuraa teodoliitilla venettä ja antaa tarpeellisia ohjeita veneen kuljettajalle radiolla. Leikkauspisteellä olevalla teodoliitilla taas leikkataan veneen paikka sopivin välein. Kulmat kirjataan luotauspöytäkirjaan, josta ne siirretään digitoitaessa digitointidatan mukana laskentaan.

Tvl:n luotauksista osa on tulostettu atk-jaoksessa.

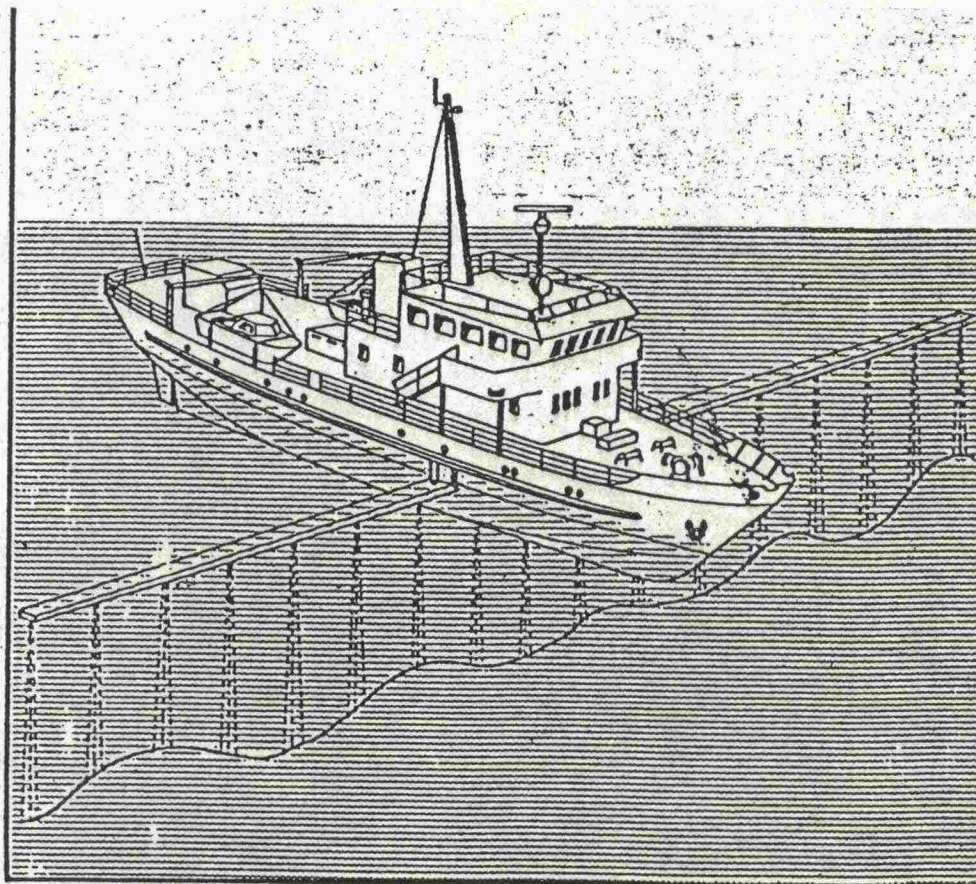
2.2 Kaikuharaus

Kaikuharaus on mittausmuoto, jossa laivan sivulla poikittain laivaan nähden kiinnitettyihin puomeihin on asennettu useita kaikuluotaimia metrin välein. Laivan liikkuessa saadaan näistä vierekkäisistä luotaimista yhtenäinen luotauspeitto koko haratulle linjalle eli halssille. Haraushalssi on leveydeltään noin 40 metriä. Vierekkäiset halssit pyritään ajamaan noin 30 m välein, jotta alueesta saataisiin aukoton harauspeitto pienistä aluksen navigointipoikkeamista huolimatta.

Kaikuharauksia on kahden tyyppisiä. Varmistushausten tarkoituksena on varmistaa, että haratulla alueella on riittävän syvää turvallista merenkulkua varten. Tällöin ei olla suoranaisesti kiinnostuneita syvyyksien arvoista, kunhan syvyyttä vain on vähintään haraustasoon asti.

Massa-arvioharauksissa taas on tarkoituksena, että haratulla alueella olevien matalikkojen tilavuudet ja pinta-alat saataisiin mahdollisimman tarkasti selville.

Kaikuhaarausta suorittavat mkh:n kaikuhaarausaluksiet mma SÄRKKA ja mma AIRISTO. Näistä SÄRKKA on ollut käytössä jo vuodesta 1964 alkaen ja sen mittausjärjestelmä on uusittu vuonna 1979. SÄRKÄN järjestelmää on kuvattu mm. /KORH78/. Mma AIRISTO on ollut käytössä vuodesta 1973 alkaen ja sen mittausjärjestelmä on uusittu talvella 1982-83. Mma AIRISTO ja sen vanha mittausjärjestelmä on kuvattu mm. /ANDE76/. AIRISTOn uuden järjestelmän kaavio on liitteessä 2.3.



● Kaikuhaarausaluksen periaatekaavio.

Kuva 2.4. Kaikuhaarausaluksen periaate.

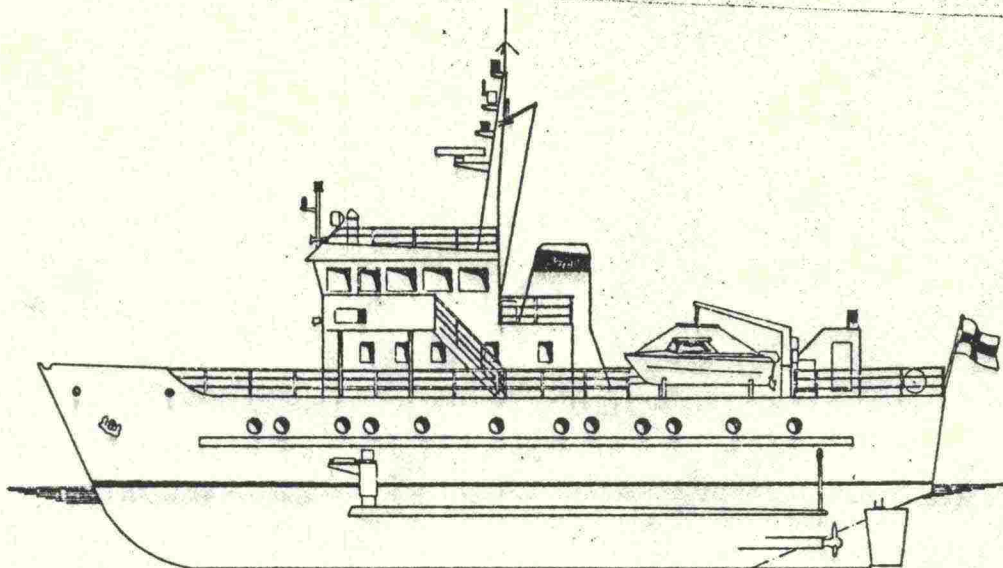
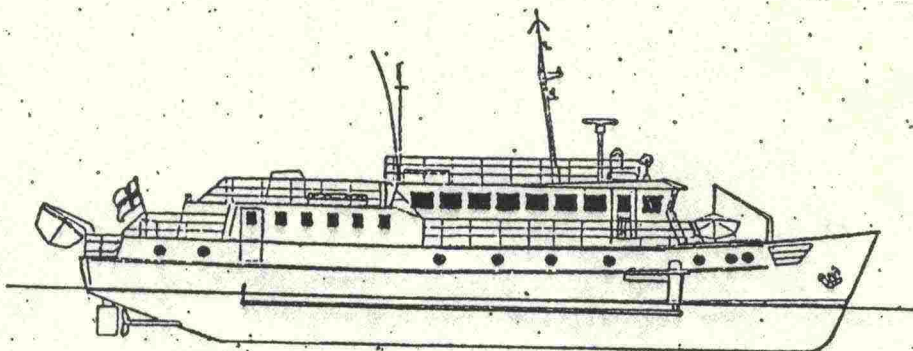


FIG. 2

Kuva 2.5. Mma AIRISTO.



Mittausalus SÄRKÄ

Varustus:

2 apuvenettä

Kaikuvara, jossa 37 anturia, digitaali- ja analoginen tulostus sekä mahdollisuus saada jo aluksella valmis käyräkarta tutkitusta alueesta.

Deso-10 luotain

Decca Navigator paikanmäärittäjäjärjestelmä

Decca-Trisponder paikanmäärittäjäjärjestelmä.

Rak. 1966 Rauma

Uusittu ja pidennetty 1978 Savo.

Pituus 27,1 m, leveys 5,4 m, Sy

Uppouma 140 ton.

Konetehto 2 x 205 hv.

Henkilökunta 11 h.

Toiminta-ala: Kaikuvara

Kaikuvaran siipien kärkiväli 38 m

Kuva 2.6. Mma SÄRKÄ.

Kaikuhaaraustiedon kerääminen ja talletus

Kaikuhaara kerää kultakin anturilta syvyydet 5 - 10 kertaa sekunnissa. Mittausprosessori valitsee sekunnin aikana kerätyistä havainnoista pienimmät arvot, yhdistää ne anturipareittain yhdeksi ja antaa ne keskuskoneelle kerran sekunnissa. Mittausprosessori suorittaa myös haluttaessa aluksen kallistumisesta johtuvat korjaukset syvyysksiin.

Paikannustiedot saadaan paikannuslaitteistosta (Trisponder) sekä hyrräkompassista.

Haratessa saadaan siis kerran sekunnissa yksi mittaus-tietue, joka talletetaan mg-nauhalle. Mittaus-tietue sisältää 20 syvyysarvoa, näiden statukset, kallistus-kulman, erillisen luotaimen syvyyden sekä paikan-nushavainnot (2 etäisyyttä, tosisuuntakulma). Mma AIRISTOn uudessa järjestelmässä saadaan 3 (mahdol-lisesti myöhemmin 4) etäisyyttä sekä haran siipien asentoja kuvaavat siipikulmat.

Periaatteena on uusissa järjestelmissä, että aina tal-letetaan mg-nauhoille alkuperäiset havaitut syvyys- ja paikannustiedot sekä muut korjailuun tarvittavat aputiedot. Siis vaikka laivalla korjailtaisiinkin havaintoja esim. listausta ja näyttöjä varten, niin nauhoille menevät alkuperäiset mittausarvot.

Tarkemmin SÄRKÄN järjestelmää on kuvattu mm. /KORH78/.

Kaikki mma AIRISTOn ja SÄRKÄN kaikuhaaraukset tuloste-taan atk-jaoksessa.

2.3 Tankoharaus

Tankoharauksella pyritään saamaan matalikon reuna tarkasti kartoitetuksi. Tankoharauksessa harausvene työntää haraussyvyteen syvytetettyä tankoa veneen poh-jan alla. Tangon leveys on yleensä 12 - 20 metriä. Harausvene liikkuu teodoliittisuuntaa pitkin. Kun ha-raustanko saa pohjakosketuksen, leikataan veneen paika-leikkausteodoliitilla. Ajo- ja leikkauskulmat kir-jataan harauspöytäkirjaan, josta ne siirretään lasken-taan.

Tvl:n tankoharausten numeerista tulostusta on tehty jonkin verran atk-jaoksessa.

2.4 Vaijeriharaus

Vaijeriharaus on menetelmä, jossa kahdella veneellä hinataan määräsyvyteen syvytetettyä vaijeria. Vaijerin pituus vaihtelee 100 - 400 m. Jos vaijeri kulkee ilman pohjakosketusta, säilyvät merkkiviitat pystyssä. Jos tulee pohjakosketus, niin kyseisellä kohdalla oleva merkkiviitta kallistuu tai kaatuu.

Erillisellä paikannusveneellä paikannetaan vuorotellen kumpikin haran pää, jolloin voidaan harattu alue paikallistaa.

2.5 Muut mittausmenetelmät

Muita merenmittausmenetelmiä ovat mm. sivukeilainluotaimet, akustiset luotaimet, kairaukset sekä ilmakuvien käyttö matalikkojen kartoituksessa.

Näistä akustisilla luotauksilla ja kairauksilla pyritään saamaan tietoa myös pohjan laadusta. Akustiseksi luotaimeksi kutsutaan kaikuluotainta, jonka taajuus on hyvin matala, yleensä n. 30 Hz tai alle.

Sivukeilainluotaimella saadaan havaintoja pohjasta myös luotauslinjojen väliltä. Tällöin voidaan etsiä mahdollisia esteitä pohjasta.

Ilmakuvien käyttöä matalikkojen kartoitukseen on kokeiltu mkh:ssa vuosina 1980-81. Tulokset ovat olleet hyviä. Kuvilta on voitu kartoittaa syvyyksiä noin 3 metrin syvyyteen saakka. Kokeiluja tullaan jatkamaan tulevaisuudessa. Ilmakuvausaineiston käsittelyä voidaan suorittaa myös numeerisesti merikartta-aineistojen käsittelyohjelmilla.

2.6 Paikannusmenetelmät

Merenmittauksissa on Suomessa käytössä seuraavia paikannusmenetelmiä:

- teodoliittipaikannus
- Trisponder-paikannus
- Decca-navigator -paikannus
- sekstanttipaikannus

Tarkemmin näitä menetelmiä on kuvattu mm. /LAUR80/.

Sekstanttipaikannukseen perustuvia mittauksia ei nykyisellään käsitellä numeerisesti.

Edellä luetelluista paikannusmenetelmistä teodoliittipaikannus on huolellisesti tehtynä tarkin menetelmä. Parhaimmillaan menetelmällä päästään noin yhden metrin suuruusluokkaa olevaan paikannustarkkuuteen.

Lähinnä tvl:n piirit käyttävät sitä väyläalueiden kaikuluotauksissa. Menetelmässä ohjausteodoliitilla ohjataan mittausveneen kulkua haluttua linjaa pitkin ja leikkausteodoliitilla leikataan veneen paikka halutulla tiheydellä. Nämä leikkauspisteiden paikat voidaan laskea tarkasti. Lisäksi veneen oletetaan kulkevan tasaisella nopeudella ja suoraviivaisesti leikkauspisteiden välillä, jolloin voidaan interpoloida leikkausten välille koordinaatteja tarvittavalla tiheydellä. Luotauslinjat muodostavat viuhkan, jossa linjojen välinen etäisyys pienenee lähestyttäessä ohjausteodoliittia.

Trisponder-paikannus on aluksella olevan pääaseman ja vähintään kahden, tunnetuilla kiintopisteillä olevan maa-aseman välisten etäisyyksien mittaamiseen perustuva menetelmä. Etäisyyksien mittausta tapahtuu radioteknisesti. Aluksen kunkinhetkinen paikka voidaan laskea kaarileikkauksella etäisyyksistä.

Menetelmän etuna on se, että siinä saadaan aluksen paikka noin kerran sekunnissa. Myös voidaan käyttää useampia maa-asemia, jolloin saadaan ylimääräisiä havaintoja lisäämään paikannuksen luotettavuutta. Trisponder-menetelmän tarkkuus on noin 1 - 3 m luokkaa normaaleissa olosuhteissa.

Decca-navigator-järjestelmä on lähinnä avomerikäyttöön suunniteltu paikannusmenetelmä. Se perustuu vähintään kolmen kiinteän maa-aseman lähettämien radiosignaalien vaihe-eron mittauksilla määritettäviin etäisyys-eroihin. Kyseessä on siis hyberbelikoordinaatistoon perustuva menetelmä. Menetelmän tarkkuus on hyvin vaihteleva parhaimmillaan se on noin 10 metrin suuruusluokkaa. Enemmän Decca-menetelmää on kuvattu mm. /KORH75/.

Myös Syledis -paikannusjärjestelmän käyttö on suunnit-
teilla. /X

2.7 Kalibroinnit ja korjaukset

Paikannusjärjestelmälle tehdään paikannuksen vaatimat kalibroinnit ennen mittauksia. Esim. decca-vastaanotin kalibroidaan jollain tunnetulla pisteellä näyttämään sille pisteelle laskettuja decca-arvoja. Trisponder-laitteistot kalibroidaan tunnettujen etäisyyksien avulla.

Kaikuharauksessa asetetaan vedenkorkeus, aluksen syväys sekä veden lämpötila ja suolapitoisuus harauslaitteistolle ennen mittauksen alkua ja tarvittaessa mittauksen kestäessä. Kaikuharauslaitteisto huomioi näistä johtuvat korjaukset syvyysarvoihin. Vedenkorkeus saadaan lähistöllä olevista vedenkorkeusasteikoista, joita on mm. luotsiasemien yhteydessä. Aluksen syväys sekä veden lämpötila ja suolapitoisuus voidaan mitata.

Jälkikäsitteilyssä decca-arvoihin tehdään projektiokorjaukset, mutta muiden paikannusmenetelmien arvoihin ei ole tehty mitään korjauksia. Käytännössä käytetyt etäisyydet ja maa-asemien korkeudet merenpinnasta ovat olleet niin pieniä, ettei näistä johtuvilla virheillä ole ollut havaittavaa vaikutusta paikannuksen tarkkuuteen. Ohjelmistoihin on kuitenkin helppo lisätä em. tekijöistä aiheutuvat korjaukset, jos niiden käyttö tulee tarpeelliseksi.

Kaltevalla pohjalla aiheutuu syvyyksiin virhettä siitä, että kaikuluotaimen keilan avauskulma on kohdalaisen leveä, yleensä noin 8 astetta. Tätä virhettä ei ole vielä huomioitu nykyisissä tulostusohjelmissa.

Sen kompensointi voitaisiin liittää linjoittaisessa luotauksessa profiilien käsittelyyn, mutta haraustiedon käsittelyssä se voidaan ottaa huomioon vasta kun MZ-tiedonhallinta on toiminnassa.

3. NUMEERINEN MERENMITTAUSTEN TULOSTUS ALUKSILLA

Kaikuluotauksia ei tulosteta vielä numeerisesti tukilaivoilla eikä mittausveneillä. Tukialusretkikunnissa tulostetaan mittausveneiden luotaukset mitauskartoille. Tämä tulostus on täysin perinteistä käsitulostusta eikä sitä käsitellä tässä. Mkh:ssa on tosin suunnitteilla myös numeerisen tulostuksen ulottamista retkikuntiin.

Kaikuhausaaluksilla pystytään tulostamaan alustavia tuloksia laivalla jo mittauksen aikana tai välittömästi mittauksen jälkeen. Mitattaessa voidaan listata kirjoittimelle havaitut paikannus- ja syvyystiedot. Tosin kirjoittimen hitaus aiheuttaa sen, että kaikkea havaittua tietoa ei ehdi tulostamaan mitattaessa vaan käytännössä voidaan noin joka viides mittausalue kirjoittaa listalle. Listausohjelma on tehty siten, että pienimmät syvyydet saadaan aina tulostetuksi, joten kirjoitinlistaa voidaan käyttää varmistusharausten tarkasteluun.

Ajon aikana piirretään ajolinjakarttaa, josta voidaan seurata aluksen kulkemaa reittiä. Tällöin voidaan heti varmistua siitä, että koko mittausalue tulee aukottomasti haratuksi. Liitteessä 3.2 on esimerkki mma AIRISTOn ajolinjakartasta.

Harauksen jälkeen voidaan mg-nauhalle talletetusta mittausalueista tulostaa täydellisempi listaus joko koko alueelta tai vain rajatulta alueelta. Paikannushavainnot voidaan myös laskea koordinaateiksi listalle. Liitteessä 3.1 on esimerkki kaikuhausaustietojen listauksesta.

Mma SÄRKÄN järjestelmällä voidaan harauksen jälkeen piirtää myös alustava käyräkartta. Tällöin käyrien piirtäminen tapahtuu halssi kerrallaan. Kartasta ei siksi yleensä tule yhtä siistiä kuin maissa tulostetusta lopullisesta kartasta. Tällainen kartta riittää kuitenkin joihinkin tehtäviin, joissa tarvitaan karttaa aluksen ollessa vielä mittausalueella. Näiden karttojen laskemisen periaate on sama kuin maissa laskettavien halsseittaisten syvyyskäyräkartojen (ks. kohta 6.6).

Mma AIRISTOn uudessa järjestelmässä on myös levyyksikkö. Tämä mahdollistaa tietojen hajakäsittelyn myös aluksella. Tällöin on mahdollista siirtää myös varsinaisten käyräkartojen laskenta- ja piirtämisohjelmia laivalle. Piirturin jälki ja nopeus ei kuitenkaan tule riittämään lopulliseen tulostukseen.

4. LAITTEISTOT, OHJELMISTOT JA HENKILÖSTÖ

Toimistossa tapahtuvaa lopullista tulostusta varten on atk-jaoksella on käytettävissä tarvittavat tietokone-, piirturi- ja digitointilaitteistot. Nämä ovat osaksi mkh:n ja osaksi mmh:n laitteita. Nyt on käytössä seuraavat laitteet:

- tietokone HP 3000 Series 64 -laitteisto (2 Mtavua keskusmuistia, 400 Mtavua levymuistia, 2 kpl mg-nauha-asemia (800/1600 bpi), 600 r/min rivikirjoitin, alfanumeerisia päätteitä ja Tektronix 4114 -graafinen päätte).
- Calcomp 9000 -digitointilaitteisto
- Calcomp 960 -piirturi.

Edelläluetellusta laitteistokapasiteetista on merenmittausten tulostuksen käytössä vain osa.

Esim. vuonna 1982 käytettiin laitteistoja merenmittausten tulostukseen ja väyläsuunnitteluun seuraavasti: Tietokoneen keskusyksikköaikaa n. 275 tuntia (n. 50% mkh:n käytöstä, ja n. 13% koko koneen käytöstä), piirturiaikaa n. 210 tuntia (n. 40% mkh:n käytöstä, ja n. 17% koko piirturin käytöstä) sekä digitointiin n. 20 päivää.

Atk-jaoksessa on nyt 3 henkilöä, jotka pääasiallisesti osallistuvat merenmittausten tulostukseen. Nämä ovat tsto.ins, valmistelija, digitoija (n. 3 kk/vuosi) sekä piirustuskojeen operaattori.

Ohjelmisto koostuu noin 80 FORTRAN IV-ohjelmasta. Ohjelmat on koottu puolestaan noin 500 - 700 modulisista. Pääasiassa ohjelmisto on kehitelty itse. Myös mmh:n moduleja on käytetty hyväksi. Ohjelmistossa on pyritty modulaarisuuteen. Samoja moduleja on käytetty useissa ohjelmissa. Ohjelmia ja moduleja tehtäessä on pyritty mahdollisimman suureen koneriippumattomuuteen. Ohjelmakehittelyyn on käytetty noin 5 - 7 henkilövuotta.

Ohjelmisto on kehittynyt kahdeksan vuoden aikana ja kehittyä edelleen. Useimmat ohjelmat on jouduttu otamaan tuotantokäyttöön ennenkuin ne ovat olleet joka suhteessa täysin valmiita. Yleensä ohjelmien toiminta on voitu määrittääkin lopullisesti vasta kun ensimmäiset versiot ohjelmista ovat olleet jonkin aikaa tuotantokäytössä. Tästä johtuen ei ohjelmista ole yleensä kovin tarkkoja systeemisunnitelmia.

Tärkeimmät tulostusohjelmat esitellään jäljempänä. Tarkemmat kuvaukset ohjelmista ovat atk-jaoksessa. Jokaisesta ohjelmasta on olemassa ainakin käyttöselostus, josta selviää kaikki ohjelman käytön kannalta

tarpeelliset tiedot (alkuparametrit ym.) ja ohjelmalis-
taukset, jotka on pyritty kommentoimaan niin hyvin,
että ohjelman toiminta selviää niistä yksityiskoh-
taisesti. Lisäksi useimmista ohjelmista on laajempia
toiminnan kuvauksia ja muita selostuksia.

5. KAIKULUOTAUSTEN TULOSTUS

5.1 Kaikuluotausdatan luonne

Kaikuluotausdata on luonteeltaan linjoittaista syvyystietoa. Tällöin kultakin luotauslinjalta saadaan jatkuva syvyyspeitto, mutta luotauslinjojen väleistä ei saada havaintoja (mikäli luotauksista ei ole suoritettu hyvin tiheällä linjavälillä).

Kaikuluotauksessa linjaväli on vaihdellut avomeriluotauksessa 20 - 400 m ja matalatutkimuksissa 5 - 50 m välillä. Vastaavasti ovat syvyydet olleet avomeriluotauksissa 10 - 300 m ja matalatutkimuksissa 1 - 50 m.

5.2 Tulosteet

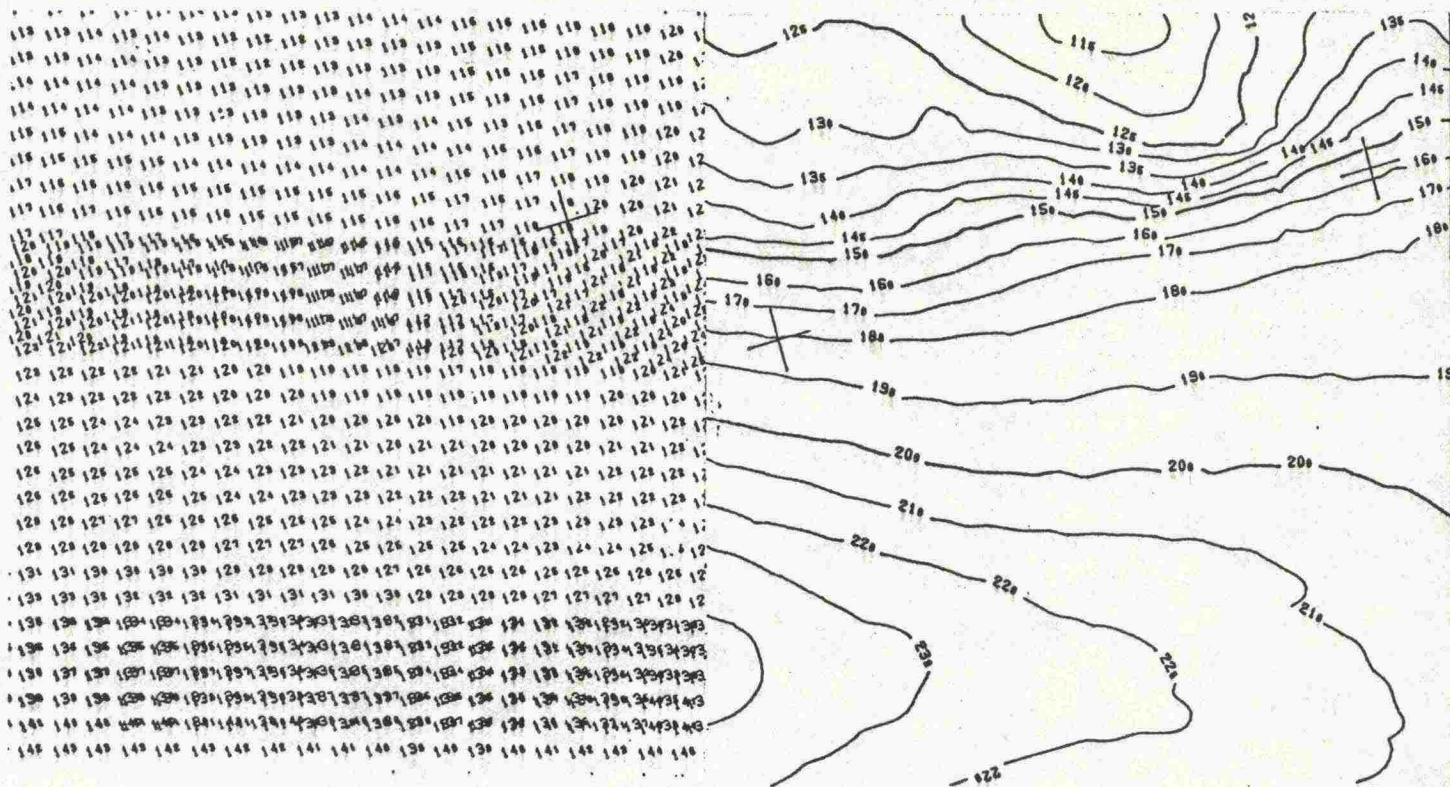
Pääasiassa kaikuluotaukset on tulostettu syvyysnumerokarttoina, joiden mittakaavat ovat olleet 1:1000 - 1:20000. Syvyysnumerokarttoja on pidetty syvyyskäyräkarttoja parempina mm. seuraavista syistä:

- Numerokartasta ilmenee suoraan käytetty mittaus tapa, linjaväli, mittauslinjojen suunnat ja säännöllisyys
- Kukin kartalla esitetty syvyyspiste on tarkalleen mitatulla ja lasketulla paikallaan (ei interpolaatioita) ja mitatun syvyisenä
- Numerokartta ei ole mitään mittauslinjojen väleistä, vaan se on jätetty käyttäjien harkittavaksi
- Numerokartoissa on suhteellisen tasainen syvyysinformaatio koko mitatulta alueelta riippumatta pohjan tasaisuudesta
- Vierekkäisten syvyyshavaintojen keskinäinen vertailu on helppoa

Haittoja syvyysnumerokartassa käyräkarttoihin nähden on mm:

- Numerokartta ei ole niin yleistetty kuin käyräkartta
- Varsinkin pienissä mittakaavoissa ei numerokartalle sovi riittävästi syvyyslukuja oikean kuvan saamiseksi pohjan muodoista
- Käyräkartasta on helpompi hahmottaa pohjan suurmuodot

Kuvassa 5.1 on esimerkit samasta lähtöpisteistä piirretyt syvyysnumero- ja -käyräkartoista.



Kuva 5.1. Esimerkki syvyysnumero- ja käyräkartoista.

5.3 Käsittely

Kaikuluotausten käsittely jakaantuu luotausdiagrammien digitointiin, syvyyspisteiden koordinaattien laskemiseen, syvyyspisteiden jakamiseen karttataaleiksi, syvyyskarttojen piirtämiskoodin laskentaan ja syvyyskarttojen piirtoon. Tämä on pääasiallinen kaikuluotausten käsittelyjakso. Lisäksi on myös muita syvyyskäytömuotoja, mutta niihin palataan myöhemmin luvussa 8.

Liitteessä 5.1 ja 5.2 on esitetty deccaluotausten käsittelykaaviot. Liitteessä 5.3 ja 5.4 on teodoliittiluotausten käsittelykaaviot.

5.4 Digitointi

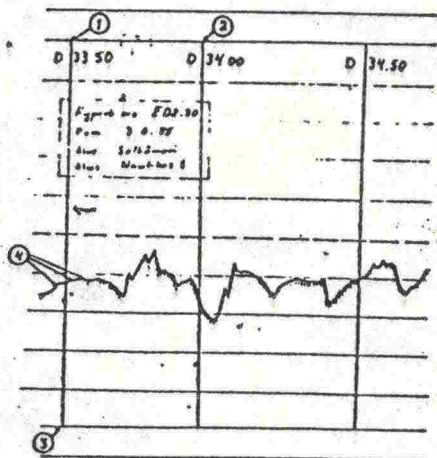
Digitoinnissa muutetaan luotausalukselta tullut kaikuluotausdiagrammi numeeriseen muotoon jatkokäsittelyä varten.

Digitointi tapahtuu siten, että diagrammi kiinnitetään teipillä digitointipöydälle likimäärin vaakasuoraan asentoon siten, että ainakin yksi luotauslinja on kerrallaan näkyvissä pöydällä. Aluksi kirjoitetaan näppäimistöllä alkutiedot, joita ovat mm. luotaus-
alus, päiväys ym. tietoa, jota tarvitaan myöhemmin.

Syvyyskäytöjen digitointi tapahtuu luotauslinja kerrallaan. Kunkin linjan alussa kirjoitetaan näppäimistöllä ko. linjan koodi, joka on avomeriluotauksessa deccalinjan koodi tai teodoliittipaikannuksessa linjan suuntakulma. Tämän jälkeen kirjoitetaan leikkaavien linjojen koodit ja digitoidaan vastaavat pisteet diagrammilta. Seuraavaksi annetaan syvyyskaala sekä digitoidaan sen vastinpisteet diagrammilta.

Näiden alkutietojen avulla voi laskentaohjelma määrittää todelliset maastokoordinaatit ajo- ja leikkauslinjojen leikkauspisteille. Leikkauspisteiden välisten pisteiden koordinaatit lasketaan lineaarisesti leikkauspisteiden väliin. Samaten voidaan jokaiselle pisteelle määrittää syvyysarvo.

Kuvassa 5.2 on esitetty decca-luotauslinjan digitointi.



Kuva 2. Kaavakuva decca-luotausdiagrammista. Luotausalus on ajanut pitkin punaista hyperbeliä E02.30 ja leikkaavina hyperbeleinä ovat vihreät. Digitointiaessa kirjotetaan ensin seurattu hyperbelli, sitten kaksi leikkauspistettä (esim. D33.50, D34.00), joita vastaavat pisteet rekisteröidään (1 ja 2). Seuraavaksi annetaan syvyyskaalan arvo (esim. 0-100 m) ja vastaavat pisteet (1 ja 3). Tämän jälkeen digitoidaan sopivalla tiheydellä pohjan profiilin pisteitä (pisteet 4).

Kuva 5.2. Decca-luotauslinjan digitointi.

Alkutietojen jälkeen digitoidaan luotauslinjan syvyysprofiili. Profiili voidaan digitoida joko pisteittäin, jolloin digitointihenkilö määrää jokaisen rekisteröitävän pisteen paikan, tai viivamoodilla, jolloin digitointilaitte rekisteröi profiilin pisteitä määräväleihin. Jälkimmäisessä tavassa on digitointihenkilön varmistettava, että profiilin huippupisteet tulevat varmasti digitoiduiksi.

Digitointitiheys on oltava vähintään niin suuri, että suurimmassa suunnitellussa mittakaavassa tulostettavassa kartassa saadaan syvyysnumerokartalle riittävän tiheästi syvyysarvoja. Käytännössä digitoidaan jonkin verran enemmän pisteitä, joista syvyysnumerokarttojen piirtämishjelma valitsee kartalle sopivan määrän syvyysarvoja.

Jos linjalla on kiviä (matalatutkimuksissa), ne voidaan digitoida linjan loppuksi antamalla ensin kivi-koodi ja digitoida sen jälkeen kivet kuten muutkin profiilin pisteet. Myös muita erikoispisteitä voidaan digitoida samalla tavalla.

Digitointi tapahtuu linja kerrallaan. Linjojen digitointijärjestys on vapaa. Yleensä linjat digitoidaan rulla kerrallaan samassa järjestyksessä kuin luotaus on tapahtunut.

Digitoitu tieto talletetaan joko mg-nauhalle tai -kasetille, joka digitoinnin jälkeen luetaan jälkikäsitelyä varten tietokoneen levyille. Digitointi tapahtuu tällöin ns. 'off-line' muodossa. Tällöin ei voida suorittaa mitään laskentoja eikä tarkistuksia itse digitoinnin aikana.

Myös suoraan tietokoneeseen yhdistettyä ns. 'on-line' digitointia kokeillaan parhaillaan.

5.5 Koordinaattien laskenta

Eri paikannusjärjestelmiä varten on omat erilliset laskentaohjelmat.

Koordinaattien laskentaohjelmat käyttävät lähtötietoina levyille talletettua digitointitietoa. Lisäksi ohjelmille annetaan paikannusjärjestelmän vaatimia tietoja (mm. decca-asemien tai teodoliittipisteiden koordinaatteja) ja muita parametrejä. Ohjelma laskee ensin kunkin linjan leikkauspisteille koordinaatit sekä syvyyskaalan. Tämän jälkeen lasketaan jokaisen pohjan profiiliin digitoidulle pisteelle lineaarisesti koordinaatit leikkauspisteiden väliin sekä syvyysarvot.

Koordinaattien laskentaohjelmat suorittavat mahdollisimman paljon oikeellisuustarkistuksia digitoidulle tiedolle. Mikäli ilmeisen virheellisiä tietoja löytyy, niin vastaavat syvyyspisteet tai koko linja hylätään. Havaituista virheistä ja hylkäyksistä tulee ilmoitukset listalle. Listaukselle tulee myöskin muuta tarvittavaa kontrollitietoa, josta voidaan tarkkailla digitoinnin oikeellisuutta ja tarkkuutta.

Virheellisiksi havaitut linjat tai niiden osat joudutaan yleensä digitoimaan ja laskemaan uudelleen. Yleensä näitä uusintoja on ollut noin 10% digitoiduista linjoista.

Syvyyspisteet talletetaan peräkkäistiedostoihin levymuistille. Tämä talletus tapahtuu siinä järjestyksessä kuin ne on digitoitu. Ohjelma kerää ja tallettaa tiedostoon mukaan myös muuta aputietoutta esim. ajolinjojen ja kiintopisteiden koordinaattien arvoja.

Decca-luotausten käsittelyohjelma pystyy myös tarkkailemaan sitä mitkä linjat tai linjojen osat ovat jo käsitelty. Tällöin havaitaan jo laskennassa, jos yritetään tulostaa samaa linjaa kahta kertaa. Tätä tarkoitusta varten on erillinen linjatiedosto, joka sisältää tiedot käsitellyistä linjoista. Erillisillä ohjelmilla saadaan myös kontrollilistauksia näistä tiedostoista. Ohjelmalla voidaan myös tutkia onko jokin linja jäänyt kokonaan käsittelemättä.

5.6 Karttalehtijako

Kun määrätyle alueille tulevien luotauslinjojen kaikki syvyyspisteet on laskettu, suoritetaan näiden pisteiden jakaminen karttalehdittain piirtämistä varten. Alueluotauksessa karttalehtinä ovat yleensä valtakunnallisen yleislehtijaon mukaiset 1:10000 tai 1:20000 mittakaavaiset karttalehdet. Erillisluotauksissa ei yleensä tarvita karttalehtijakoa ollenkaan.

Karttalehtijako ei ole välttämätön, koska piirtämishjelmat joka tapauksessa aina rajaavat ennen piirtoa vain piirrettävälle kartalle sattuvat pisteet. Mutta karttalehtijaolla saavutetaan usein huomattavaa käsittelyn nopeutumista, jos syvyyspisteitä ja karttalehtiä on paljon.

5.7 Syvyysnumerokartan laskenta

Piirtämishjelma lukee syvyyspistetiedostosta syvyyspisteitä (jotka ovat linjoittain) ja rajaa niistä vain kartalle sattuvat pisteet. Näistä ohjelma sitten valitsee ne pisteet, jotka tulevat kartalle sekä tulostaa tarvittavan piirtämiskoodin mg-nauhalle.

Syvyyspisteiden käsittely tapahtuu linjoittain. Kultakin linjalta ohjelma karsii ylimääräiset syvyyspisteet pois. Karsinta on tarpeen sen vuoksi, että yleensä kartalle ei sovi niin paljon pisteitä kuin digitoinnin aikana on kerätty.

Karsinta tapahtuu siten, että ohjelma ensin merkitsee yhden linjan pisteistä piirrettäviksi huippupisteet ja sitten näiden väliin tavallisia pisteitä niin tiheään kuin kartalle sopii tai alkuparametreilla on määriteltä. Harvennusta voidaan tehdä myös siten, että tasaisille alueille tulee vähemmän syvyyksiä kuin rinnepaikoille. Karsintaohjelma toimii siten, että pois karsittujen pisteiden syvyydet ovat aina suurempia tai yhtäsuuria kuin vieressä olevien kartalle piirrettävien pisteiden. Täten varmistetaan, että alueen matalimmat syvyydet tulevat aina kartalle. Linjoittainen syvyyksien valintamentelmä on esitelty /BROU76/, josta se on sovellettu atk-jaoksen käyttöön ja on kuvattu tarkemmin /KORH77/.

Piirtämishjelma tutkii syvyyksiä vain linja kerrallaan. Syvyydet saattavat siksi mennä päällekkäin kartalla. Mittauslinjojen välit ovat kuitenkin normaalisti suunniteltu siten, etteivät syvyydet mene normaaleilla mittakaavoilla päällekkäin.

Jos kuitenkin halutaan pienempikaavaisia karttoja tai jos on luodattu useita linjoja hyvin lähelle toisiaan, niin eri linjojen syvyysarvot voivat sattua kartalla päällekkäin. Tällöin joudutaan turvautumaan ns. alueelliseen valintaan (katso kohta 8.1).

Syvyysnumerokarttojen piirtämishjelma ei siirrä minkään syvyyspisteen paikkaa, vaan ainoastaan

tarvittaessa karsii liikoja pisteitä pois. Myöskään syvyysarvoja ei interpoloida.

Kivet esitetään kartoilla siten, että niiden eteen piirretään sopiva symboli ja tarvittaessa kiven korkeutta kuvaava jana.

Syvyysnumerokarttojen mittakaava ja lehtijako voi olla täysin mielivaltaisen. Syvyyslukujen tiheydet kartalla sekä muut kartan ulkonäköön vaikuttavat parametrit annetaan ohjelmalle.

Teodoliittipaikannuksella luodattujen mittausten tuloskarttoille piirretään kartan marginaaleihin myös käytetyt ajo- ja leikkauslinjat, joiden avulla mitattujen linjojen tunnistus onnistuu helposti.

5.8 Syvyysnumerokarttojen piirtäminen

Tietokoneella laskettu piirtämismuoto luetaan piirustuskojeeseen, joka sitten varsinaisesti piirtää kartan. Kartta voidaan piirtää joko kuulakynällä kuultopaperille oikolukua varten tai lopullisesti tussilla muoville. Käytettävissä on kaksi kynää, joissa voi olla joko eriväriset tai erileveyksiset kynät. Yleensä syvyysnumerokartat on piirretty siten, että määrättyä syvyyttä matalammat syvyydet on piirretty punaisella ja muut mustalla. Tällöin matalikot erottuvat heti karttaa nopeastikin silmäiltäessä.

Liitteessä 5.5 ja 5.6 on esimerkkejä sekä decca- että teodoliittipaikannuksella luodattujen mittauksen tuloskartasta. Liitteessä 5.7 on esimerkki kaikuluotauksen tulostuksesta, jossa on esitetty vain luotauksessa havaitut kivet korkeustietoineen. Liitteessä 5.8 on esimerkki kaikuluotausdatasta piirretystä syvyyskäyräkartasta.

5.9 Indeksikartta

Teodoliittipaikannuksella tapahtuneen luotauksen käsittelyn yhteydessä talletetaan kunkin luotauslinjan alku- ja loppupisteet tiedostoon. Tätä tiedostoa käyttäen voidaan piirtää indeksikartta, joka osoittaa luodatut alueet.

Liitteessä 5.9 on esimerkki teodoliittiluotauksen indeksikartasta.

5.10 Kokeiluja

Kaikuluotauksen tulostukseen on kokeiltu myös muita tulostusmuotoja. Näitä ei vielä ole käytetty laajemmalla tuotannossa. Näiden kehittelyä jatketaan tarvittaessa. Tällaisia kokeilutulosteita ovat mm.:

Syvyyskäyrien määrittäminen linjoittaisesta datasta.

Tällöin on pyritty käyttämään hyväksi linjoittaisen syvyysdatan sisältämä lisäinformaatio hajapisteistöön nähden. Tätä kokeiltiin vuonna 1980, mutta ohjelmistoa ei saatu tuotantokuntoiseksi.

Profiilikartat

Havainnollisen kuvan saamiseksi laajojen alueiden syvysshuhteista, on kokeiltu profiilikarttojen laatimista. Liitteessä 5.10 on esimerkki tällaisesta kartasta. Profiilikartta on jossakin perspektiivissä piirretty linjoittaisen luotauksen verhopintaa kuvaava esitys. Näitä karttoja on kokeiluluontoisesti piirretty mma TAUVO:n Suomenlahden luotauksista.

Erilaisia perspektiivissä olevia pohjan pinnan kuvauksia voidaan piirtää myös syvyysmallista. Näitä ei ole kuitenkaan vielä tehty.

Linjoittaisen luotauksen datasta voidaan määrittää myös ruopattavien massojen tai vesimäärien tilavuuksia. Näitäkään ei ole tehty linjoittaisesta datasta, koska syvyysmallia käyttäen päästään useimmissa tapauksissa samaan tarkkuuteen.

6. KAIKUHARAUSTEN KÄSITTELY

6.1 Kaikuharausdatan luonne

Kaikuharauksissa saadaan harausdata jo laivalla numeerisessa muodossa mg-nauhoille.

Mittaus- ja rekisteröintitavasta johtuen saadaan koko mittausalueelta (normaalisti) aukoton syvyyspisteistö, jossa kukin syvyyspiste edustaa noin 2 m x 2.5 m suuruista pohjan alueen pienintä syvyyttä. Vierekkäisten mittaushalssien yhteiselle peittoalueelle tulee kaksinkertaiset havainnot, jotka yleensä poikkeavat havaintojen hajonnoista johtuen hieman toisistaan. Lisäksi datassa voi olla mittausvirheistä tai rekisteröintilaitteiden virheistä johtuen aukkoja. Häiriöistä tai esim. kalaparvista johtuen datassa voi olla myös selvästi virheellisiä havaintoja.

6.2 Kaikuharausdatan käsittely

Käsittely aloitetaan lukemalla mittausnauhan tiedot tietokoneen levymuistille, josta dataa voidaan tulkita eri ohjelmilla. Seuraavassa on lyhyesti kuvattu tulostuksen eri vaiheet. Normaalisti ei kaikkia luoteltuja tulostuksia tarvita, vaan niitä on käytetty vain ohjelmien kehittämisessä ja tarkistuksissa sekä erikoistapauksissa (mm. epäselvien mittauskohtien tarkasteluissa).

Liitteessä 6.1 on kaikuharausaineiston käsittelykaavio. Liitteessä 6.2 ja 6.3 on kaaviot sekä AIRISTON että SÄRKÄN kaikuharausten käsittelystä.

Koordinaattien laskenta

Kun alueen tiedot on saatu levyille, luetaan koko alue kerran läpi. Tällöin suoritetaan kaikkien tietojen muodollinen oikeellisuuden tarkistus. Samalla lasketaan kaikkien haraustietueiden koordinaatit ja ilmoitetaan mahdollisista virherekisteröinneistä. Koordinaattien ääriarvot tulostetaan yhteenvetolistalle, jota käytetään apuna jatkokäsittelyssä mm. käsittelyalueiden määrittelyissä.

Varsinaisissa käsittelyohjelmissa koordinaatit lasketaan uudelleen, niille suoritetaan haran keskipisteen ja paikannusjärjestelmän antennin välisen epäkeskisyyden korjaus sekä tasoitus.

Tasoituksessa pyritään poistamaan paikannuksen hajonasta johtuvat pienet poikkeamat rekisteröidyssä aluksen kulkemassa reitissä. Tasoitus tapahtuu pienimmän neliösumman keinolla olettaen aluksen kulkeeneen suoraviivaisesti ja tasaisella nopeudella pienen ns. tasoitussikkunan alueella. Tasoitussikkunan koko on yleensä ollut 10 - 20 havaintoa eli n. 20 - 40 m merellä. Katso tarkemmin ajolinjakarttaa, jossa näkyvät sekä tasoitettujen reitti että tasoitettu reitti.

Syvyyspisteiden laskenta

Kun jokaiselle haraustietueelle on laskettu tasoitettu paikka, niin lasketaan jokaiselle syvyysarvolle koordinaatit. Niiden laskemiseksi tarvitaan haran keskipisteen koordinaattien lisäksi aluksen tosisuunta, siipikulmat (jos tiedetään) ja aluksen poikittainen kallistuskulma. Aluksen suuntakulma saadaan hyrräkompassista sekä kallistuskulmat ja siipikulmat erillisistä kulma-antureista. Jokaiselle syvyydelle tehdään vielä laivan kallistumasta johtuva korjaus, jos tätä ei ole tehty jo harauksen aikana.

6.3 Listaukset

Kaikki harausdata voidaan haluttaessa listata rivikirjoittimelle. Samalla voidaan myös tulkita nimiön tiedot sekä tarvittaessa laskea koordinaatit paikannushavainnoista. Listaus voidaan rajata vain halutulle alueelle tai vain haluttuihin havaintoihin.

Näistä listauksista voidaan tarkastella jokaista yksittäistä havaintoa. Näitä listoja on tarvittu vain erikoistapauksissa.

Liitteessä 3.1 on esimerkki kaikuhaarausdatasta laivan kirjoittimella tulostettuna.

6.4 Ajolinjakartta

Tällä kartalla esitetään aluksen mittauksen aikana kulkema reitti. Kartalle piirretään eri väreillä sekä paikannusjärjestelmän todellisten havaintojen mukainen reitti että aluksen todennäköinen tasoitettu reitti, jossa paikannusjärjestelmän hajontaa on suodatettu pois.

Tätä karttaa käytetään mittauksen laadun tarkkailuun. Tästä nähdään mm. onko mittausalueelle jäänyt mitaamattomia aukkoja joko rekisteröinti- tai navigointivirheistä johtuen. Kartalta voi tarkkailla myös paikannusjärjestelmän sisäistä tarkkuutta.

Liitteessä 6.5 on esimerkki ajolinjakartasta.

Ajolinjakartta on normaalissa tulostusprosessissa ensimmäinen kartta, joka aina piirretään. Tämän avulla suoritetaan mittauksen laadun tarkistus paikannuksen osalta.

Jos paikannuksessa on häiriöitä paljon, niin lasketaan korjausajo, jolla pyritään paikkaamaan virheelliset rekisteröinnit interpoloimalla kunnollisista havainnoista uudet paikat virheellisten tilalle. Paikannuksen interpolointia käytetään vain suhteellisen lyhyiden häiriöiden korjaamiseen ja tällöinkin vain, jos hyväksytyiksi luokitellut havainnot täyttävät annetut aluksen suoraviivaista ja tasaista kulkua edellyttävät ehdot.

Ajolinjakarttaa voidaan täydentää myös piirtämällä siihen jokainen haraustietue. Tällaisesta haraustietuekartasta voidaan tarkastella jokaisen yksittäisen haraustietueen asemaa sekä tällaisesta kartasta nähdään heti harausalueella mahdollisesti olevat aukot. Liitteessä 6.6 on esimerkki haraustietuekartasta.

6.5 Syvyysnumerokartat

Tarkan käsityksen saamiseksi tiheästi käyriä sisältäviltä alueilta tai muuten sekavista paikoista voidaan piirtää kaikki jollekin alueelle sattuvat havainnot syvyysnumerokartaksi. Kartalle voidaan valita syvyysraja, jota matalammat syvyysarvot piirretään eri värillä. Tällöin voidaan heti ensi silmäyksellä todeta mahdolliset matalikot tai muita matalammat epäilyttävät syvyydet.

Liitteissä 6.7 ja 6.8 on esimerkkejä syvyysnumerokartoista.

6.6 Syvyyskäyräkartta halsseittain

Tätä karttaa varten lasketaan syvyyskäyrät suoraan mittausdatasta siinä järjestyksessä kuin mittaus on suoritettu. Käyrät saadaan siis mittaushalssi kerrallaan eikä vierekkäin sattuvien halssien välillä suoriteta mitään vertailuja. Tällöin tulee käyriin pieniä katkoja ja päällekkäin- tai ristiinmenoja vierekkäisten halssien yhteisillä peittoalueilla.

Periaatteena tämän kartan laskennassa on se, että halssin haraustietous tulkitaan suoraan syvyysmalliksi pohjasta. Käyrien etsiminen näistä syvyyksistä tapahtuu kuten syvyysmallista. Käyrän pisteille lasketaan koordinaatit aluksen kunkinhetkisen sijainnin ja tosisuunnan perusteella. Piirtäminen tapahtuu kuten muidenkin käyräkarttojen piirto.

Tätä karttaa käytetään mittauksen sisäistä tarkkuutta arvioitaessa. Tässä kartassa tulevat näkyviin sekä paikannus- että syvyysmittausjärjestelmien hajonnat. Normaalituotannossa tätä karttaa tarvitaan harvoin. Tällaisia karttoja voidaan tulostaa myös aluksella suoraan.

Liitteessä 6.9 on esimerkki halsseittain piirretystä syvyyskäyräkartasta.

6.7 Numeerinen syvyysmalli

Normaalisti kaikuharauksista tarvitaan tuloksiksi syvyyskäyräkartat. Halsseittain piirretyt kartat ovat yleensä liian pienipiirteisiä ja hieman sekavan näköisiä. Syvyysnumerokartat taas sisältävät liikaa informaatiota ja ne joudutaan piirtämään suuriin mittakaavoihin.

Käyräkarttoja tarvitaan joko varmistusharaustehtäviin, jolloin kaikki alueen matalimmat syvyydet täytyy näkyä kartalla tai massa-arviolaskentaan, jolloin matalikkojen tilavuuksien ja pinta-alojen tulee olla mahdollisimman lähellä todellista arvoaan. Käyrien määrittämistä varten tarvitaan syvyysmalli.

Kaikuhaaraustadatasta lasketaan koordinaatit jokaiselle syvyyspisteelle. Nämä pisteet talletetaan tietokoneen levymuistille. Talletus tapahtuu alueellisesti organisoituun hajatiedostoon. Tällöin pisteet talletetaan yksi datablokki kerrallaan ja kunkin blokin pisteiden koordinaattien ääriarvot talletetaan hakemistoon. Luettaessa tällaista hajatiedostoa, voidaan siitä löytää hakemiston avulla kaikki halutulle osa-alueelle sattuvat pisteet lukematta koko tiedostoa läpi.

Syvyysmalli perustuu ruudustorakenteeseen eli koko alueen yli muodostetaan säännöllinen neliöhila. Ruudun koko on vapaasti valittavissa. Alarajana on yleensä harausdatan keskimääräinen tiheys 2 - 2.5 m. Ylärajaa ei ole. Ruudun koko määrää syvyysmallin yleistysasteen. Mitä suurempi ruutukoko sen yleistetyemmän kuvan se antaa pohjan muodoista.

Kullekin ruudulle määritetään syvyysarvo. Tämä määrittystapa riippuu siitä onko kyseessä varmistusharaus vai massa-arviolaskenta.

Vaatimukset syvyysmallille

Varmistusharausten käyräkartoissa täytyy jokaisen havaittuun dataan perustuvan syvyyskäyrän tulla näkyviin kartalle. Lisäksi käyriä ei saa yhtään ekstrapoloida eikä interpoloida sellaisille alueille, jonne ei ole havaittu syvyyksiä. Mittausdatassa olevat aukot on tultava näkyviin myös kartalle. Käyrät on määritettävä siten, että yhtään kyseistä käyrän arvoa matalampaa syvyyshavaintoa joudu käyrän syvemmälle puolelle. Myös matalikkojen huippupisteet olisi hyvä näkyä kartalla. Mahdollisesti virheellisiäkään syvyyksiä (aivan karkeita ja selviä lukuunottamatta) ei saa poistaa datasta.

Massa-arvioharausten tulostus taas edellyttää syvyysmallilta jonkinlaista havaintovirheiden tasoitamista siten, että matalikkojen pinta-alat ja tilavuudet tulevat mahdollisimman oikeiksi. Virheellisiä havaintoja voidaan eliminoida jonkin verran, koska yksittäisen havainnon merkitys suurehkojen alueiden osalta ei ole kuitenkaan kovin suuri. Myös datassa olevat pienet aukot voidaan interpoloida ympäröivistä arvoista.

Nämä kaksi sovellutusaluetta johtavat osittain keskenään ristiriitaisiin vaatimuksiin syvyysmallille. Tämä ongelma on ratkaistu siten, että molempia tarpeita varten suoritetaan syvyysmallin määrittäminen eri periaatteita käyttäen. Käytännössä molempiin tarkoituksiin on olemassa erilliset ohjelmat.

Syvyysmallilta edellytetään myös riittävää kapasiteettia. Syvyysmallilla on pystyttävä käsittelemään useita satoja tuhansia syvyyspisteitä käyräkartoiksi kohtuullisessa ajassa.

Varmistusharauksissa ruudun syvyys määritetään siten, että kunkin ruudun arvoksi otetaan tähän ruutuun sattuvista syvyyksistä pienin arvo. Tällä periaatteella saavutetaan edellä luetellut varmistusharauuskartan edellytykset. Pisteiden paikkaa ruudun sisällä ei enää tutkita, koska itse syvyyshavainto on luonteeltaan noin 2m x 2m alueen minimisyvyys eikä sen paikkaa tunneta tarkemmin.

Massa-arviolaskentoja varten kullekin ruudulle pyritään saamaan havaittujen syvyyksien perusteella keskimääräinen arvo. Täksi arvoksi voidaan ottaa suoraan ruudun sisään sattuvien havaintojen keskiarvo, jos havainnoissa ei ole karkeita virheitä (esim. potkurivirroista johtuvia ja yleensä useita metrejä muita syvyyskertoja matalampia). Jos havainnoissa on karkeita virheitä, niin tällöin pyritään löytämään virheelliset havainnot ja eliminoimaan ne. Mikäli virheellisten havaintojen eliminointi ei onnistu ruudun sisään sattuvien pisteiden syvyyskertoja tarkastelemalla, niin tutkitaan myöskin naapuriruutujen arvoja. Tämä syvyysmallin muodostamisperiaate on luonteeltaan tilastollinen eikä tässä lasketa mitään matemaattista pintaa pohjan kuvaukseksi.

Tämä ei myöskään edellytä mitään jatkuvuutta pohjalta. Tämä muodostamismenetelmä on suhteellisen nopea koneajan käytön suhteen ja tällä pystytään erottelemaan melko hyvin virheelliset havainnot, mikäli niitä on vain muutama.

Massa-arviolaskuissa ja eräissä muissa tapauksissa voidaan syvyysmalli muodostaa myös siten, että kullekin ruudulle lasketaan syvyysarvo kaikkia annettua etäisyyttä lähempänä olevia syvyyspisteitä hyväksi käyttäen. Näistä syvyyksistä lasketaan painotettu keskiarvo. Painoina ovat ruudun keskipisteen ja kunkin pisteen välisen etäisyyden neliön käänteisarvo. Koska keskiarvosta selvästi poikkeavat syvyyskertoja voidaan tulkita virherekisteröinneiksi ja hylätä sekä laskea uusi keskiarvo. Tämä laskentaperiaate soveltuu myös sellaisissa tapauksissa, jossa havaitut syvyyspisteet eivät ole tasaisesti jakautuneita (esim. kaikuluotauspisteet).

Syvyysmallin käsittelylogiikka soveltuu hyvin myös muunlaisen tiedon kuin syvyyskertoja käsittelyyn. Tätä on sovellettu mm. ruoppausaluekartoissa ja kokeiluluonteisissa pohjan kaltevuutta kuvaavissa kartoissa. Edellisessä tapauksessa on mallilla kuvattavana suurena ruopattavan kerrkoksen paksuus ja jälkimmäisessä tapauksessa pohjan kaltevuus. Syvyyskertoja tilalla voi itse asiassa olla mikä tahansa paikkaan sidottu muuttuja, esim. pohjan kaltevuus, pohjan epätasaisuus tai liejukerroksen paksuus, jos se vain saataisiin jotenkin selville.

Syvyysmallia ei lasketa valmiiksi tiedostoon, vaan se muodostetaan uudelleen joka kerta kun sitä tarvitaan. Tämä ei ole kovin suuri haitta, koska yleensä samaa syvyysmallia tarvitaan vain muutaman kerran. On myös kehitetty levyllä talletettava versio syvyysmallista (ns. MZ-systeemi). Tätä selvitetään myöhemmin.

Syvyysmalli soveltuu pienin muutoksin myös usean pohjan pinnan käsittelyyn. Tätä tarvitaan mahdollisesti myöhemmin, kun saadaan tehokkaampia luotaimia, joilla voidaan kartoittaa normaalin pohjan lisäksi esim. kiinteän kallion yläreunan syvyudet.

Artikkelissa /COLL75/ on käsitelty erilaisia ruudustomallin käyttömahdollisuuksia, joita ovat mm. virtaama-arviot, pinta-alat, tilavuudet, vedenjakajat ja -kokoajat, kaltevuudet sekä maaston karkeusarviot.

Syvyysmallin ohjelmisto jouduttiin kehittämään atk-jaoksessa alusta alkaen. Kehittely tehtiin vuosina 1977-78. Syvyysmalli tehtiin itse, koska valmiita ohjelmia, jotka olisivat täyttäneet annetut ehdot, ei ollut markkinoilla.

Kriittisiä ominaisuuksia syvyysmallille ovat mm. varmuus (ei ekstrapolointeja eikä syvyyksien interpolointeja varmistusharauksissa), mielivaltaisen muotoiset ja kokoiset alueet, aukkoja datassa, ei voida etukäteen olettaa pohjasta mitään jatkuvuutta sekä riittävä kapasiteetti (noin 500000 - 1000000 pistettä kerrallaan käsittelyyn ja käsittely kohtuullisessa ajassa).

6.8 Käyräkarttojen laskeminen

Käyrien määrittäminen

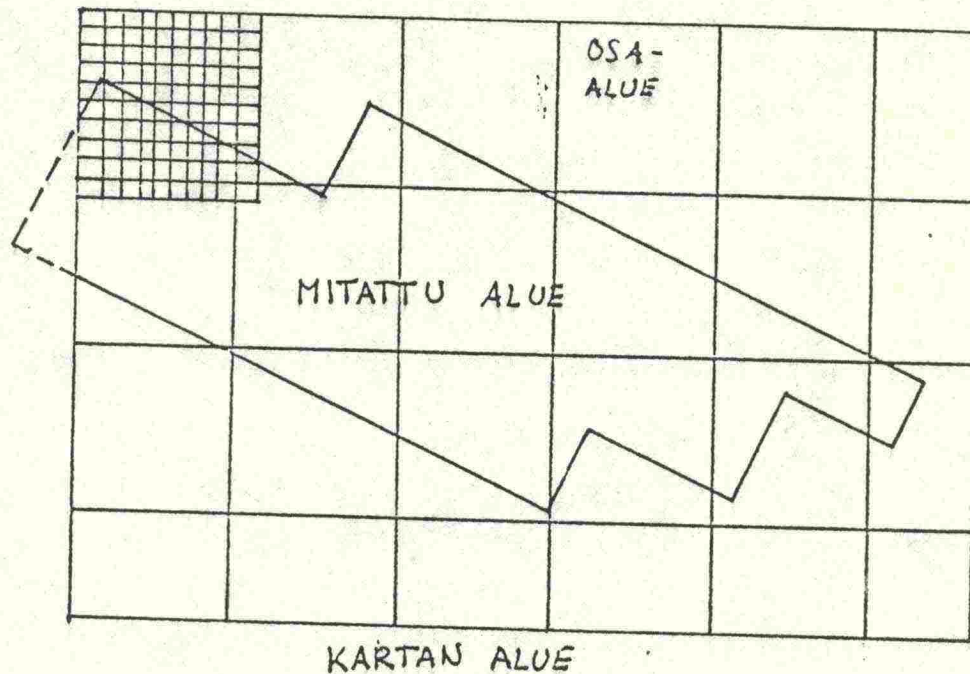
Käyrien määrittämistä varten muodostetaan pohjasta numeerinen syvyysmalli, josta sitten interpoloidaan syvyyskäyrät. Ensimmäinen alue jaetaan ohjelmallisesti osaluokkiin ja kullekin osaluokalle suoritetaan syvyysmallin luonti. Tästä syvyysmallista tehdään sitten käyrien etsintä. Osa-alue on normaalisti 20 x 20 ruutua. Näistä oikeanpuoleisin sarake ja alin rivi ovat peittoelueina naapuriosaluokkiin nähden. Tällä pyritään varmistamaan käyrien jatkuminen osaluokalta toiselle.

Kuvassa 6.1 esitetty kartan alueen jakaantuminen osaluokkiin ja ruutuihin.

Osa-alueella muodostetaan syvyysmalli siten, että luetaan kaikki ko. osaluokalle sattuvat syvyyspisteet ja määritetään näistä kullekin ruudulle syvyysarvo. Syvyysarvon määrittäminen riippuu siitä, mitä tarkoitusta varten ollaan karttaa laskemassa.

Kun osa-alueen syvyysmalli on saatu määritetyksi, etsitään siitä syvyyskäyrät. Käyrien etsintä tapahtuu yksi käyrätaso kerrallaan. Tällöin muodostetaan

aputaulu osa-alueesta. Tähän tauluun merkitään ykkösellä (1) ne ruudut, joiden syvyys on pienempi kuin etsittävä käyrän arvo ja nollalla muut ruudut. Jos johonkin ruutuun ei ole saatu syvyyttä, se merkitään aukoksi (2). Katso kuva 6.3.



Kuva 6.1. Osa-alue- ja ruutujako.

Syvyyksien määrittäminen osa-alue kerrallaan

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | . | x | . | x | . | x | . | x |
| | . | x | . | x | . | x | . | x | . |
| x | x | . | x | . | x | . | x | . | x |
| x | x | . | x | . | x | . | x | . | x |
| | | . | x | . | x | . | x | . | x |
| | | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | . | . | . | . | . | . | . | . | . |

. = havaittu syvyys

x = ruutu, jolle määritetty syvyys

Kuva 6.2. Käyrien määrittäminen

Tästä aputaulusta etsitään sitten käyrien looginen kulku tutkimalla nollien ja ykkösten vaihtumista. Samaten voidaan etsiä datan reunaviivan looginen kulku seuraamalla kakkosten ja muiden lukujen vaihtumista. Katso kuva 6.3. Saatujen käyrien kulkua kuvaavien ruutu- ja sarakeindeksit talletetaan taulukoihin.

Käyrän etsintä

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

0 = syvyys alle käyrän tason

1 = syvyys yli käyrän tason

2 = ei syvyyttä

. = käyrän piste

— = käyrän looginen kulku

-- = datan reunaviiva

Kuva 6.3. Käyrän loogisen kulun määrittäminen.

Kun käyrän looginen kulku on saatu määritetyksi, niin lasketaan kullekin käyrän pisteelle sen maastokoordinaatit. Nämä määritetään käyttäen hyväksi kunkin ruudun maastokoordinaatteja ja syvyyksiä. Käyrän pisteille lasketaan koordinaatit lineaarisesti sen molemmilla puolilla olevien syvyyksien suhteessa. Käyrän kulkua pehmennetään vielä suodattamalla siitä määrittelyvaiheessa jääneet terävät kulmat pois.

Käyrälle määritetään vielä rinnesuunta tutkimalla käyrän eri puolilla olevia syvyyksiä. Lisäksi kaikkien käyrien kulku merkitään toiseen aputauluun, jota hyväksi käyttäen voidaan tutkia pohjan tasaisuutta. Tätä aputaulua ja syvyystaulua käyttäen voidaan tarvittaessa etsiä lisäpisteitä tasaisille alueille.

Käyrän pisteet muutetaan piirtämiskoordinaatistoon ja käyrästä muodostetaan piirtämiskoodi, joka talletetaan mg-nauhalle. Ennen piirtämiskoodin laskemista käyrän syvyyttä osoittava syvyysluku sijoitetaan käyrälle. Sijoitus tapahtuu noin käyrän keskipaikoille käyrän tangentin suuntaiseksi. Käyrä katkaistaan syvyysluvun kohdalta. Lisäksi, jos on kyseessä johtokäyrä, niin lasketaan sen viereen toinen käyrä 0.1 mm etäisyydelle alkuperäisestä käyrästä. Täten saadaan paksumpi käyrä kartalle. Käyrän syvyysarvo kalliistetaan käyrän kulun

suuntaisesti ja piirretään kartalle rinnesuunnan avulla siten, että syvyysluku on oikein päin ylärinteen suuntaan.

Jos kyseessä on sulkeutuva käyrä ja sen syvyysarvo on pienin kartalle tuleva, niin ohjelma etsii myös käyrän sisään jäävän minimisyvyyspisteen. Minimisyvyyspisteen etsintää käytetään varmistusharaukaskartoissa. Etsintälogiikka ei toimi toistaiseksi kuin sellaisiin sulkeutuviin käyriin, jotka sattuvat kokonaan samalle osa-alueelle.

Jos kyseessä on tasainen pohja ja siihen on määritetty käyriä harvaan, voidaan ohjelmalla etsiä lisäpisteitä antamaan enemmän informaatiota syvyys-suhteista käyrien välissä. Tämä lisäpisteiden etsintä tapahtuu edellä mainitun aputaulun ja syvyystaulun avulla. Lisäpisteet ovat satunnaisia ja ne pyritään sijoittamaan likimäärin annetulla tiheydellä.

Käyrien määrittämisestä on selostettu enemmän /KORH78b/ ja /KORH79/.

Haittapuolena osa-alueittaisessa käyrien määrittämisessä on se, että piirrettäessä osa-alue kerrallaan, tulee syvyysarvo saman käyrän jokaiselle pätkälle. Jos käyrä mutkittellee useasti osa-alueen yli, voi käyrästä tulla epäselvän näköinen.

Tämä haitta voidaan välttää siten, että käyrän osat talletetaan viivasegmentteinä tiedostoon sen jälkeen kun sen koordinaatit on laskettu. Kun koko alueen käyrät on määritetty ja talletettu tiedostoon, voidaan suorittaa ns. ketjutus. Tässä yhdistetään saman käyrän eri osa-alueilta määritetyt pätkät yhdeksi käyräksi. Tämä yhdistetty käyrä voidaan sitten piirtää ja tällöin voidaan käyrän esteettistä muotoa korjailla paremmin.

Käyrien tallettamisesta tiedostoon sekä käyrien ketjuttamisesta kerrotaan enemmän luvussa 10.

Liitteissä 6.10 ja 6.11 on esimerkkejä lopullisesta syvyyskäyräkartoista.

6.10 Indeksikartat

Kaikuharattujen alueiden datan reunaviiva voidaan tallettaa tiedostoon, josta voidaan tarvittaessa piirtää indeksikartta mitatuista alueista. Datan reunaviivan talletus tapahtuu kuten syvyyskäyrien käyrätiedostoon. Lisäksi talletetaan tärkeimmät syvyyskäyrät (kuten esim. haraustason käyrä).

Indeksikartat piirretään yleensä merikarttojen peitepiirroksina, jolloin mitattujen alueiden sijoittaminen kartoille on helppoa.

Liitteessä 6.12 on esimerkki indeksikartasta, jossa näkyvät haratut alueet tärkeimpine syvyyskäyrineen.

7. TANKOHARAUSTEN TULOSTUS

Tankoharautskartoilla esitetään haratut linjat ja mahdolliset pohjakosketukset. Linjojen kulma-arvot piirretään myös näkyviin kartan marginaaliin. Haraussyvyys ilmoitetaan kartan otsikkotiedoissa.

Tvl:n tankoharauksia on tulostettu jonkin verran atk-jaoksessa.

Tulostus tapahtuu siten, että syötetään harauspöytäkirjasta äjetut linjat sekä leikkaukset ja pohjakosketukset tiedostoon, josta harauskartan piirto-ohjelma ne lukee. Piirto-ohjelma laskee koordinaatit kullekin leikkaukselle ja piirtää haratut linjat kartalle. Pohjakosketuspaikkoihin piirretään haran leveyttä vastaava poikkiviiva.

Liitteessä 7.1 on tankoharausten käsittelykaavio.

Liitteessä 7.2 on malli tankoharautskartasta.

8. NUMEERISEN AINEISTON SIIRTO MERIKARTOILLE

Merenmittausten tulostuskartat, joita edellä on kuvattu ovat yleensä paljon suuremmassa mittakaavassa kuin julkaistavat merikartat. Täten niille sopii paljon enemmän syvyysinformaatiota kuin merikartoille. Merikarttoja valmistessa joudutaan merenmittausaineistoa yleistämään huomattavasti. Tämä yleistys on tähän asti tehty käsin mittauskartoilta. Jos merenmittausaineisto on jo numeerisessa muodossa, voidaan myös numeerista yleistystä käyttää ainakin jossain määrin hyväksi. Kyseeseen tulevia yleistyksiä ovat lähinnä alueellinen syvyyslukujen valinta ja syvyyskäyrien yleistys.

Yleistettyä syvyystietoa tarvitaan merikarttojen lisäksi muihin myös pienikaavaisiin kartoihin, joita ovat mm. väyläesityskartat.

8.1 Alueellinen syvyyslukujen valinta

Alueellinen valinta tarkoittaa sitä, että alkuperäisestä syvyyspisteaineistosta valitaan merikartalle sopivat oleelliset syvyysarvot.

Valintamenetelmä on sovellettu S.R.Oraas'in v. 1974 julkaisemasta menetelmästä /ORAA74/. Myös muita valintamenetelmiä on julkaistu, mm. /CHC81/.

Syvyysnumerokarttojen syvyyksien alueellista valintaa varten syvyyspisteet siirretään ensin hajatiedostoon (MB-syst.). Valinta tapahtuu tästä tiedostosta osa-alue kerrallaan. Osa-alueen koko määritetään siten, että osa-alueelle saa tulla enintään 2000 pistettä (ohjelma sallii kyllä suuremmankin määrän, mutta liikojen pisteiden harvennus hidastaa huomattavasti laskentaa). Täten osa-alueen koko riippuu mittauksen pistetiheydestä. Avomeriluotausdatassa voidaan käyttää useiden hehtaarien osa-alueita, kun taas kaikuharausdatassa käsiteltäessä osa-alueen koko täytyy olla jo alle hehtaarin.

Osa-alueen pisteet lajitellaan keskusmuistissa syvyyden mukaiseen järjestykseen. Seuraavaksi valitaan ensimmäinen piirrettävä piste. Se tulostetaan piirrettävien pisteiden tiedostoon. Lähtöpistelista poistetaan kaikki ne pisteet, jotka ovat annettujen kriteerien mukaan liian lähellä valittua pistettä. Lopuista pisteistä valitaan seuraava piirrettävä piste, tulostetaan se ja poistetaan liian lähellä olevat muut pisteet. Algoritmia toistetaan kunnes kaikki pisteet on käsitelty.

Kun koko osa-alue on käsitelty, käsitellään seuraava osa-alue samoin. Ennen osa-alueen vaihtamista ohjelma tallettaa osa-alueiden yhteiselle peittoalueelle jäävät valitut syvyyspisteet omaan taulukkoonsa. Täten ne ovat mukana uutta osa-aluetta käsiteltäessä eikä valinta sotkeennu osa-aluetta vaihdettaessa.

Peittoalueen koko määritetään siten, että sen leveys on vähintään yhden piirrettävän syvyysluvun levyinen.

Valintakriteereinä on tällä hetkellä käytössä kolme:

- minimiperiaate (pienimmillä syvyyksillä suurin prioriteetti)
- maksimiperiaate (suurimmilla syvyyksillä suurin prioriteetti)
- ääriarvoperiaate (ensin minimiperiaate ja sitten pienemmällä valinta-aluekoolla maksimiperiaate)

Näistä on käytännössä käytetty lähinnä minimiperiaatetta, jolloin on voitu varmistautua esim. väyliä turvallisuudesta. Minimiperiaatetta on käytetty mm. Perämeren jäänmurtajaväylän luotausten tulostuksessa.

Tällöin on ko. luotauksista tulostettu normaaliin syvyysnumerokarttojen (mittakaava 1:20000, Gauss-Kruger, linjoittaiset syvyydet) lisäksi myös merkatorin projektiossa olevat 1:50000 tai 1:100000 mittakaavaiset syvyysnumerokartat. Näille kartoille on syvyysluvut valittu alueellisella valinnalla. Koska kyseessä on varmistusluonteinen mittaus, voidaan valinnassa käyttää minimiperiaatetta. Valitut syvyysluvut on piirretty muoville, jota käytetään kyseeseen tulevan merikartan päällä peitepiirroksena tarkempaa syvyysinformaatiota tarvittaessa. Tälle piirrokselle ei tule muuta informaatiota, joten valinta voidaan tehdä pelkästään syvyyspisteitä tutkimalla täysin ohjelmallisesti. Esimerkiksi Perämeren vuoden 1980 luotauksissa tuli syvyyspisteitä noin 225000 kpl, joista 1:100000 kartalle valittiin ja piirrettiin n. 600 kpl. Liittessä 8.1 on osa tällaista karttaa.

Ääriarvoperiaatetta on käytetty mm. Lohjan kartan teossa. Tällä järvellä on tvl:n luotauksia, jotka on tulostettu atk-jaksossa. Täten syvyyspisteaineisto oli numeerisessa muodossa käytettävissä. Tästä aineistosta suoritettiin syvyyksien alueellinen valinta 1:25000 mittakaavaista merikarttaa varten. Valinta suoritettiin siten, että tulokseksi saatiin konseptikartalle noin neljä kertaa tiheämpi syvyyspisteistö kuin mitä lopulliselle kartalle sopi. Valinta suoritettiin sekä minimi- että maksimiperiaatteella ja molempien valintojen jälkeen piirrettiin konseptikartat. Lopullisen kartalle sopivien syvyyksien valinnan suoritti kartanpiirtäjä käyttäen hyväksi em. konseptikarttoja.

Lähtöpisteistö oli noin 424000 syvyyspistettä, joista ohjelmallisesti valittiin n. 2000 pistettä ja lopulliselle kartalle valittiin n. 580 pistettä.

Tässä tapauksessa ei voitu suorittaa lopullista syvyyksien valintaa ohjelmallisesti myöskään siitä syystä, että luodattut alueet olivat hyvin kapeita väyläalueita. Jos valinta olisi tehty kokonaan ohjelmallisesti, olisivat syvyysarvot jakautuneet kartalle epätasaisesta lähinnä luodattujen alueiden rantojen puoleisille reunoille.

Edellä luetellut valintaperiaatteet ovat sikäli yksinkertaisia, että niissä valinta suoritetaan yksinomaan syvyyspisteitä tarkastelemalla. Merikarttojen valmistuksessa tilanne ei ole enää näin yksinkertaistettu, koska kartalle valittavien syvyyksien valintaan vaikuttavat myös muut kartalle tulevat aineistot kuin pelkät syvyudet. Näitä ovat mm. väylätiedot, maastotiedot ym. Näiden mukaanottaminen valintaan johtaa jo huomattavasti laajempiin ohjelmiin.

Merikarttaosastolla tämä ongelma on tarkoitus ratkaista osittaisen automaation kautta. Tällöin syvyyksille suoritetaan ohjelmallisesti esivalinta, jolloin syvyyspisteiden lukumäärää voidaan pienetää oleellisesti alkuperäisestä lähtöaineisosta (esim. 1000000 pisteestä 1000 pisteeseen). Tämä esivalinta voidaan tehdä pelkästään syvyyksistä tarkkailemalla. Lopullinen kartalle tulevien syvyyksien valinta suoritetaan näistä esivalituista syvyyksistä. Esivalitut pisteet voidaan piirtää joko konseptikartalle tai graafiselle näyttöpäätteelle ja suorittaa lopullinen valinta joko digitoimalla tai graafisella näyttöpäätteellä.

Esivalittujen pisteiden tiheys tulee olla huomattavasti suurempi kuin lopulliselle kartalle tulevien syvyyksien tiheys, jotta lopullinen valinta voidaan suorittaa kunnolla.

Alueellista syvyyksien valintaa on vielä kehitettävä. Ainakin on selviteltävä syvyyslukujen painotus syvyyksien mukaan, syvyysluvun suuruuden huomioiminen eri syvyyksille sekä ennalta määrättyjen syvyyspisteiden (esim. käsin valittujen) mukaan ottaminen valintaan.

8.2 Syvyyskäyrien yleistys

Syvyyskäyriä yleistetään joko yleistämällä käyrien määrittämisessä käytettyä syvyysmallia tai yleistämällä itse syvyyskäyriä.

Syvyysmallin yleistys tapahtuu yksinkertaisesti ruutukoon kasvattamisella hilaa luotaessa. Tällöin kukin ruutu kuvaa suuremman pohjan alan syvyyttä ja näin pienet yksityiskohdat häviävät. Ruutukoon suurentaminen ei hävitä matalikkojen pienintä syvyyttä, jos lasketaan varmistusharaukset.

Massa-arviokarttoja laskettaessa ruutukoon suurentaminen yleensä suurentaa myös matalikkojen pienintä syvyyttä, koska ruudun arvo lasketaan tällöin suuremmasta pistejoukosta.

Käyrien yleistäminen tapahtuu jollain viivojen yleistämismenetelmällä. Nyt on käytössä liukuvan keskiarvon menetelmä. Tämä pehmentää hieman käyrän kulkua, mutta muuttaa samalla hieman sen sijaintia.

Muita yleistysmenetelmiä voidaan helposti liittää käsittelyohjelmiin.

Liitteessä 8.2 on esimerkki 1:100000 yleistetystä käyräkartasta.

Jotta käyrien yleistys voisi tapahtua kunnolla, tulee eri osa-alueilta määritetyt käyräosat yhdistää yhdeksi käyräksi. Tämä tapahtuu käyrätiedoston avulla. Käyräsegmentit talletetaan käyrätiedostoon siinä järjestyksessä kuin ne on määritetty. Saman käyrän eri segmentit voidaan linkittää toisiinsa ketjuttamalla hakemistotiedosto. Tällöin muodostuu ns. ketjutettu käyrätiedosto, josta voidaan lukea kukin käyrä yhtenäisenä. Katso tarkemmin luvusta 10.

8.3 Väyläesityskarttojen laatiminen

Väyläesityskartat ovat pääasiassa merenmittausaineistoa sisältäviä 1:10000 - 1:50000 mitatakaavaisia karttoja. Niitä käytetään väyliä suunnittelussa ja rakentamisessa.

Väyläesityskartoille joudutaan tulostamaan erilaista luotaus- ja harausaineistoa. Kartalle tulevat syvyyspisteet valitaan alueellisella valinnalla ja syvyyskäyrät yleistetään edellä kuvatulla tavalla.

Myös muuta aineistoa voidaan tulostaa väyläesityskartoille numeerisesti. Näitä ovat eri rekistereistä saatavat aineistot ja maastotiedot. Väyläesityskartoille saadaan aineistoa ainakin merimerkki-, loisto- ja väylärekistereistä. Maastoaineistoa saadaan merikarttojen käsittelyohjelmistojen avulla joko digitoimalla itse tai käyttämällä mmh:n digitoimaa aineistoa.

Liitteessä 8.3 on esimerkki väyläesityskartasta.

9. NUMEERINEN AINEISTO VÄYLÄSUUNNITTELUSSA

9.1 Yleistä

Väyliä suunnittelussa kaikuhaaraudataa voidaan käyttää hyväksi mm. suorittamalla ruoppausmassa-laskentoja eri väylävaihtoehdoille ja täten etsiä optimaalista väylän linjausta. Väylävaihtoehdoista voidaan myös piirtää ruoppausaluekarttoja, joissa syvyyskäyrien sijasta esitetäänkin ruopattavan alueen ruopattavien maakerrosten paksuutta kuvaavat käyrät. Väyläpaikan optimointiohjelma suorittaa itse haluttuja väylävaihtoehtojen laskemisia. Tällöin ohjelma itse tekee tarvittavat väylän linjauksen muutokset (kiertoja tai siirtoja).

9.2 Syvyysmalli

Väyläsuunnittelussa käytettävä syvyysmalli on määritetty massa-arvioperiaatteella. Syvyysmalli on perustunut tähän asti MB-tiedonhallintaan, mutta nyt on myös MZ-tiedonhallinta kokeilukäytössä. MB-tiedonhallinnassa syvyysmalli muodostetaan joka kerta uudelleen kun sitä tarvitaan. MZ-tiedonhallinta taas tallettaa kerran määritetyn syvyysmallin levyille ja on siten huomattavasti nopeampi käyttää toistuvissa laskennoissa.

9.3 Väyläalue

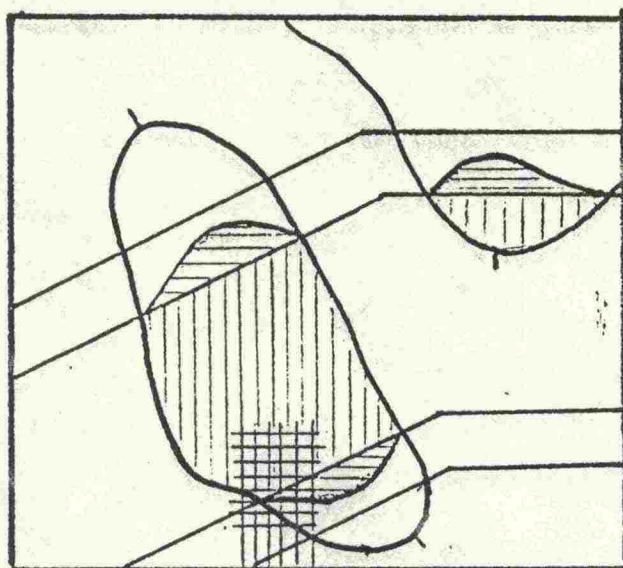
Väyläsuunnittelua varten määritetään väyläalue, jolta ruoppausmassat halutaan laskea. Väyläalueen määrittäminen tapahtuu monikulmiona, jossa kaikki väyläalueen reunan taitepisteet on annettu.

Väyläalueeseen liittyy luiska-alue, jonka kaltevuus riippuu pohjan laadusta. Ohjelmat määrittävät itse luiska-alueen laajuuden annetun luiskan kaltevuuden ja syvyysmallin mukaan.

Ohjelmallisesti väyläaluetta ja siihen liittyvää luiska-aluetta käsitellään ruudustotaulukkona. Tässä taulukossa on ruutujen koko sama kuin syvyysmallissakin. Kullekin ruudulle annetaan arvo 0 - 1000 siten, että jos ruutu on kokonaan ohi väylä- ja luiska- alueiden, niin sen arvo on 0, jos ruutu on kokonaan väyläalueella, niin sen arvo on 1000 ja jos ruutu on osittain väylä- tai luiska- alueella niin sen arvo väylä- tai luiska-alueella olevan osan suhteessa koko ruudun alueeseen on välillä 0 - 1000.

Kuvissa 9.1 ja 9.2 on esitetty väyläalueen ja luiska-alueen muodostumiset ja niiden esitykset ohjelmassa.

mitattu alue



ruoppaustason syvyyskäyrät

luiska-alue

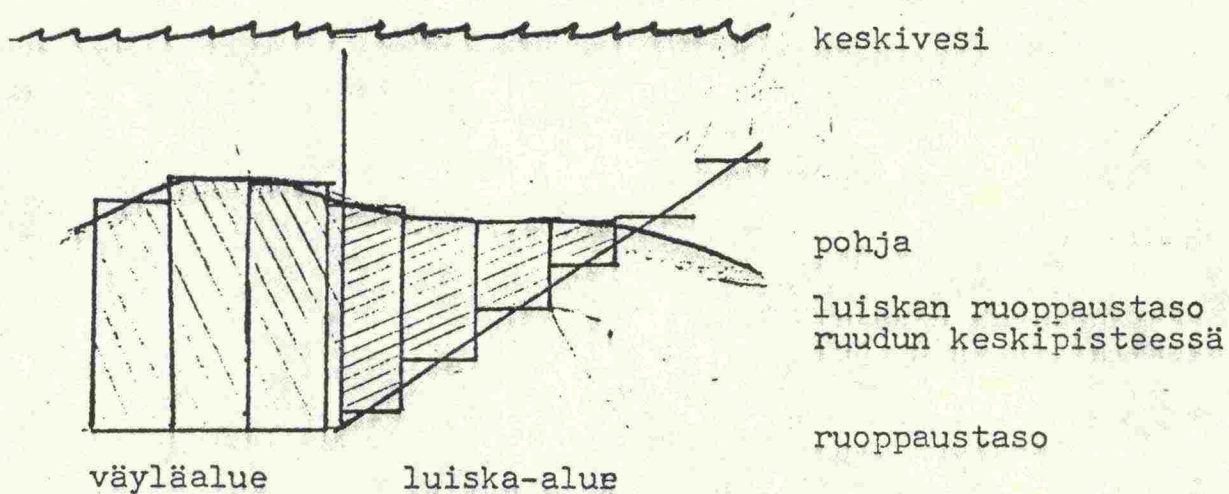
väyläalue

ruopattava alue

ruudustomalli



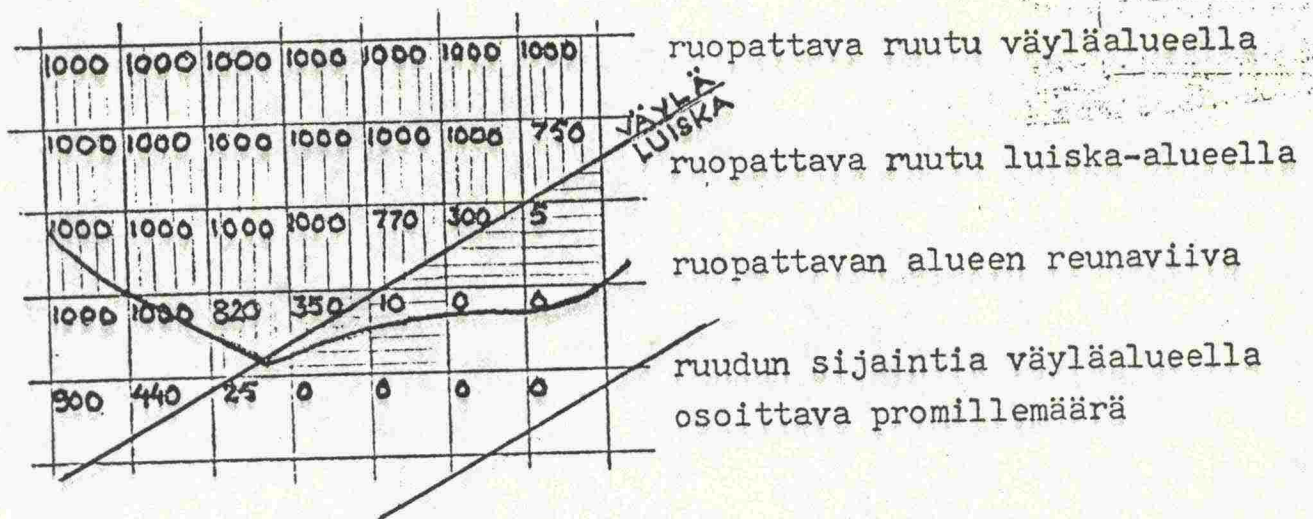
Kuva 9.1. Väylä- ja luiska-alueiden määrittäminen



Kuva 9.2. Sivukuva väylä- ja luiska-alueista.

9.3 Massa-arviolaskenta

Massa-laskennat perustuvat syvyysmalliin sekä väylä- ja luiska-alueista määritettyyn aputauluun. Väylä- ja luiska-alueiden ruoppausmassat lasketaan ruutu kerrallaan. Kunkin ruudun syvyys verrataan annettuun ruoppaussyvyYTEEN. Jos syvyys on matalampi kuin



Kuva 9.3. Väylä- ja luiska-alueet ohjelmassa

ruoppausvyvyys, saadaan ruopattava tilavuus kertomalla ruudun pinta-ala ruoppausvyvyyden ja ruudun syvyyden erotuksella. Tämä tilavuus kerrotaan vielä aputaulussa olevalla luvulla, joka kertoo sen kuinka suuri osa ruudusta on väyläalueella. Samoin lasketaan kuinka suuri on kullekin ruudulle sattuvan ruopattavan alueen pinta-ala. Luiska-alueen ruutu lasketaan vastaavasti ottaen huomioon, että ruoppausvyvyys pienenee luiska-alueella siirryttäessä kauemmaksi väylästä.

Näin saadut ruudutettavat ruoppaustilavuudet ja pinta-alat summataan koko alueelta yhteen, jolloin saadaan koko alueen ruopattavat tilavuudet ja ruoppausalueiden pinta-alat. Lopullisessa tulostuksessa erotellaan varsinaiselle alueelle ja luiska-alueille sattuvat massat ja tilavuudet.

Liitteessä 9.1 on esimerkki massalaskennan tulostuslistauksesta.

9.4 Väylän linjauksen optimointi

Ruoppausmassalaskentaa voidaan käyttää hyväksi väylän linjauksen optimoinnissa siten, että lasketaan useita vaihtoehtoja suunnitellulle väylälle. Vaihtoehtojen laskenta tapahtuu siten, että aluksi annettua peruslinjausvaihtoehtoa muutetaan ohjelmallisesti pieni muutos kerrallaan ja lasketaan uudet massa-arviot.

Väylävaihtoehtojen määrittäminen voi olla väylän linjauksen lineaarinen siirto tai kierto annetun pisteen ympäri. Yleensä siirtoja on suoritettu 5 - 10 m välein ja kiertoja 0.5 - 5 asteen välein. Jokaisesta vaihtoehdosta on laskettu massa-arviot ja pinta-alat.

Nämä on tulostettu tiedostoon. Tästä tiedostosta on listattu erillisellä listausohjelmalla eri vaihtoehtojen arvot. Näistä on valittu edullisin vaihtoehto. Tarvittaessa on edullisimman vaihtoehtoon ympärille laskettu vielä pienemmällä siirroilla uusia vaihtoehtoja vielä paremman vaihtoehtoon löytämiseksi.

9.5 Ruoppausaluekartta

Halutusta väylävaihtoehtosta (yleensä optimaalisesta) voidaan piirtää ruoppausaluekartta. Tässä kartassa esitetään väyläalueen reunat ja ruopattavan alueen raja sekä ruopattavien massojen paksuudet käyrinä. Kartalta voidaan siis nähdä suoraan paljonko missäkin kohden on ruopattavaa.

Liitteessä 9.2 on esimerkki ruoppausaluekartasta.

9.6 Kapasiteetti- ja tarkkuustarkasteluja

Massa-arviolaskenta perustuu joko MB- tai MZ- tiedonhallintaan ja sen kapasiteetti syvyyspisteiden osalta on sama kuin näiden tiedonhallintajärjestelmien.

Väyläalueen nurkkapisteitä voi olla nykyisessä ohjelmaversiossa enintään 50 kpl, mutta tätä määrää voidaan tarvittaessa helposti lisätä.

Tehtyjen kokeilujen /JUNN80/ perusteella on todettu, että ruoppausmassa-arvioiden laskennan sisäinen tarkkuus on vaihdellut 0.2 - 6.0 % välillä. Tarkkuus riippuu hieman käytetystä ruutukoosta sekä ruopattavien matalikkojen pinta-aloista ja tilavuuksista. Aivan pienistä matalikoista ei saada kovin tarkkaa arviota. Tämä johtuu siitä, että syvyysmallin kunkin ruudun syvyys perustuu useiden syvyyshavaintojen keskiarvoon. Jos ruutu on esim 5m x 5m, niin on ruudun pinta-ala 25 neliömetriä. Tällöin 0.1 m virhe ruudun syvyysarvossa aiheuttaa jo 2.5 kuutiometrin virheen massalaskennassa.

Käsinlaskentaan verrattuna ruoppausmassa-arviot ovat olleet 1 - 3 % tarkkuudella samat tilavuuksien suhteen ja 0.5 - 3 % tarkkuudella pinta-alojen suhteen. Tällöin on käsinlasketut massat ja pinta-alat määritetty samasta syvyysmallista piirretyistä käyräkartoista kuin mistä koneellinen massa-laskenta on tehty.

Massalaskentoihin tulee virhettä siitä, että kaikuha-raus liioittelee hieman matalikkojen kokoa. Tämä johtuu siitä, että kaikuluotaimen luotauskeilan avauskulma on n. 8 astetta ja luotain siten havaitsee matalikon hieman ennen kuin luotain itse on matalikon kohdalla. Tämä virhe tulee näkyviin kaltevissa pohjissa. Tämän virheen kompensointi ohjelmallisesti on kehitteillä MZ-tiedonhallintaan pohjautuen.

10. SYVYYSTIEDONHALLINTA

Syvyyspisteitä talletetaan eri käyttötarpeita varten eri tiedostoihin. Käytössä ovat peräkkäistiedostot, hajatiedostot ja käyrätiedostot.

10.1 Peräkkäistiedostot

Syvyyspisteiden esittäminen peräkkäistiedostona on yksinkertaisin ja luonnollisin tapa. Kaikuluotauksessahan syvyyspisteet saadaan linja kerrallaan peräkkäisesti ja on loogista, että ne talletetaan samassa järjestyksessä. Atk-jaoksessa on syvyystietueille valittu seuraava esitysmuoto:

Koodi: Merkkimuotoinen (ASCII)

Tietue: 30 merkkiä pitkä (I2,2F10.2,F8.2)

Formaatti:

| kenttä | merkit | pituus | tyyppi | sisältö |
|--------|---------|--------|--------------|----------------|
| k | 1 - 2 | 2 | kokonaisluku | koodiarvo |
| X | 3 - 12 | 10 | reaaliluku | X-koordinaatti |
| Y | 13 - 22 | 10 | reaaliluku | Y-koordinaatti |
| Z | 23 - 30 | 8 | reaaliluku | Z-koordinaatti |

Näistä tietueen tunnuskenttä sisältää tiedon siitä onko ko. tietue syvyyspiste vai muuta tietoa. Myös syvyyspisteen luonteesta on tunnuskentässä tietoa. Yleensä on käytössä seuraavia koodeja tunnuskentässä:

k=0, tavallinen syvyyspiste

- 1, digitoitaessa kiveksi tulkittu syvyyspiste
- 2, digitoitaessa epävarmaksi kiveksi tulkittu syvyyspiste

-4, pisteiden ja kivien lukumäärä linjalla

-5, teodoliittipaikannuksen ajolinjan tietue (ajolinja, ensimmäinen ja viimeinen leikkauskulma)

-9, teodoliittipaikannuksen kiintopisteen koordinaatit

-8, teodoliittipaikannuksen suuntapisteen koordinaatit

Myös muita koodituksia on mahdollista käyttää.

Jos kyseessä on syvyyspiste tai kivi, on tunnuskentän koodi nolla tai positiivinen. Jos kyseessä on muuta tietoa, on tunnuskenttä negatiivinen. Tällöin on tarvittava tietous talletettu tietueen muihin kenttiin sopivasti koodattuna.

Tietueet voidaan jaksottaa levyille talletuksen yhteydessä. Tällä vähennetään fyysisten levyhakujan määrää.

Tietueet talletetaan tiedostoon siinä järjestyksessä kuin ne on laskettu. Luettaessa joudutaan yleensä käymään koko tiedosto läpi, kun halutaan saada jollekin alueelle sattuvat syvyyspisteet. Tästä ei kuitenkaan ole kovin paljon haittaa sillä yleensä tätä tiedostotyyppiä on käytetty kaikuluotausdatan talletukseen ja tällöin pistemäärät ovat kohtalaisen pieniä ja tulostuksessa usein karttalehti kattaa ainakin pääosan koko tiedoston alueesta. Tällöin turhien pisteiden luku jää merkityksettömäksi. Myöskään saman alueen pisteitä ei yleensä lueta kovin monta kertaa.

Tämän tiedostotyyppin etuna on sen selkeys. Tiedostoa voidaan käsitellä hyvin monilla ohjelmilla ja mm. tekstinkäsittely- ja lajitteluohjelmilla (TEXT EDITOR, SORT). Tiedosto on myöskin koneriippumaton, joten se soveltuu hyvin syvyystiedon talletukseen mg-nauhoille sekä tietojen vaihtoon eri järjestelmien kesken. Tämä tiedostotyyppi täyttää myös valtionvarainministeriön yleisohjeen mukaiset vaatimukset tietojen tallettamisesta ja vaihtamisesta /VM81/.

Peräkkäistiedostossa syvyyksien looginen järjestys säilyy. Luettaessa syvyudet saadaan linjoittain. Usein tiedostossa on mukana myös linjoihin liittyvää tietoa. Tätä peräkkäisyyttä ja aputietoja käytetään hyväksi linjoittaista syvyyksien valintaa suoritettaessa sekä myöskin esim. profiilikarttoja piirrettäessä.

10.2 Hajatiedostot (MB-tiedostot)

Jos syvyysksiä joudutaan käsittelemään osa-alueittain ja syvyysksiä on paljon, tällöin ei peräkkäistiedosto sovellu enää hyvin. Tällaisia sovelluksia ovat mm. syvyyskäyrien määrittäminen ja massa-arviot. Tällöin voi samalle alueelle tulla satoja osa-alueita, joille sattuvat pisteet on voitava lukea osa-alue kerrallaan muistiin. Peräkkäistiedostosta jouduttaisiin lukemaan koko tiedosto jokaista osa-aluetta varten kerran läpi. Tämä olisi liian hidasta suurten pistemäärien ollessa kyseessä.

Alueellista käsittelyä varten on kehitetty hajatiedostojärjestelmä, josta nyt on käytössä ns. MB-versio. Tässä on periaatteena, että syvyyspisteet talletetaan levylle pieni ryhmä eli blokki kerrallaan. Blokkiin mahtuu 84 pistettä. Kutakin blokkia varten otetaan erilliseen hakemistotiedostoon yksi tietue, jonne talletetaan blokin pisteiden x,y-koordinaattien ääriarvot sekä blokin pistemäärä. Tällöin voidaan hakemistotiedoston avulla tietää minkä kokoiselle alueelle kukin datablokki sattuu.

Datablokkiin talletetaan kustakin syvyyspisteestä sen x,y ja z-koordinaatit. X ja y skaalataan tiedoston oman origon suhteen, jolloin koordinaatit voidaan tallettaa kokonaislukuina ja ne saadaan täten pienempään tilaan. Tiedoston origo ja skaalauskerroin määräytyvät tiedostoa perustettaessa. Origo on yleensä tiedoston

alueen keskipiste ja skaalauskerroin suurin mahdollinen siten että koko alue voidaan saavuttaa kokonaisuilla. Täten tiedostoon talletettavien syvyyspisteiden sijaintitarkkuus on riippuvainen tiedoston alueen koosta. Jos alueen suurin ulottuvuus x- tai y-suunnassa on pienempi kuin 6.4 km, niin saadaan talletustarkkuus paremmaksi kuin 0.1 m, mikä on huomattavasti suurempi kuin parhaimpien merenmittauksissa käytettävien paikannusmenetelmien antama tarkkuus. Jos tiedoston suurin ulottuvuus on pienempi kuin 64 km, niin on sijaintitarkkuus parempi kuin 1 m, mikä myöskin on vielä riittävä useimpiin merenmittausten käsittelyihin.

Kuvassa 10.1 on esitetty MB-tiedoston muodostuminen.

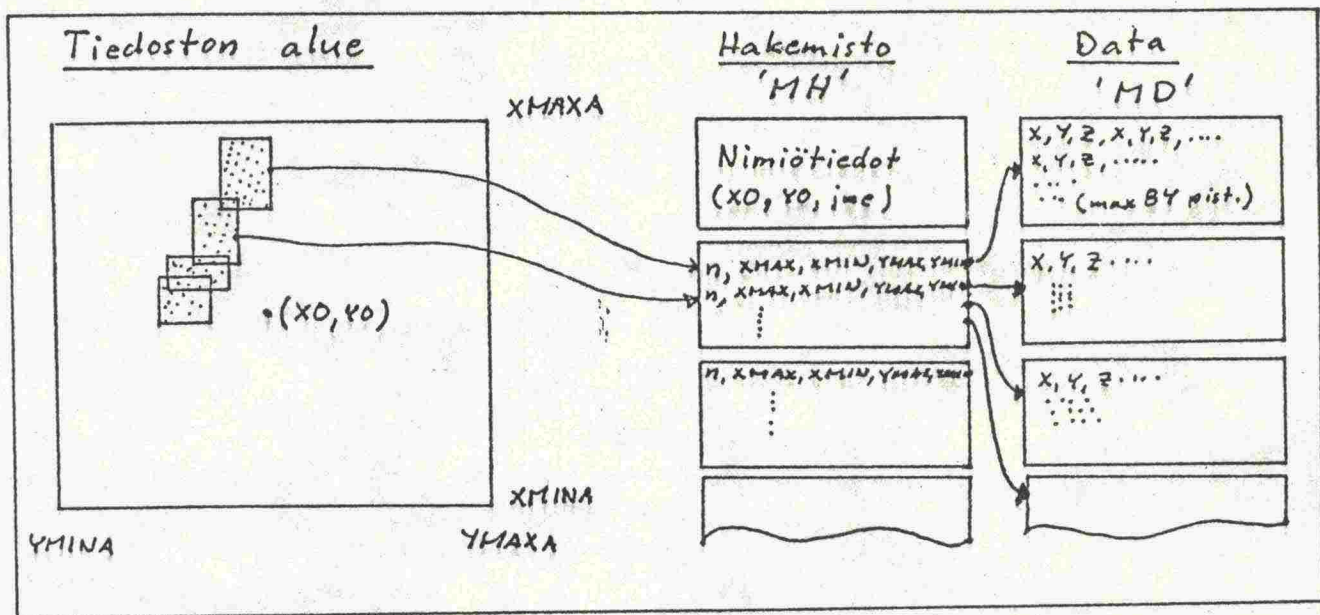
Yleensä mittaustiedot tulevat alueellisesti hyvin järjestyneinä, joten kunkin datablokin alueen koko jää pieneksi. Kaikuharauksessa se on yleensä vain muutamia kymmeniä metrejä. Kaikuluotauksessa syvyudet tulevat linjoittain, jolloin alueen koko voi olla satoja metrejä.

Mikäli lähtöpisteet ovat alueellisesti täysin sekaisin, saattavat datablokkien alueet kattaa melkein koko tiedoston alueen. Tällöin hajatiedoston käyttö on tehotonta, koska jokaista osa-aluetta varten joudutaan lukemaan melkein kaikki datablokit. Tämä ongelma voidaan poistaa suorittamalla hajatiedoston uudelleenjärjestely. Tällöin hajatiedosto kopioidaan toiseksi hajatiedostoksi siten, että lähtötiedostoa luetaan sopivan kokoinen osa-alue kerrallaan ja näin saadut osa-alueen pisteet tulostetaan uuteen tiedostoon. Täten saadaan hajatiedosto, jossa datablokkien alueet ovat korkeintaan kopioinnissa käytetyn osa-alueen kokoisia.

Alueeltaan ylisuurien datablokkien muodostumista voidaan välttää myös ohjelmallisesti tietoja talletettaessa. Esim. harausdataa talletettaessa voidaan aina halssin vaihdon yhteydessä tulostaa puskurissa olevat pisteet tiedostoon, vaikka tällöin muodostuisi vajaita datablokkeja. Hieman vajaan datablokin muodostumisen aiheuttama levytilan tuhlaus on yleensä pieni haitta verrattuna ylisuurten datablokkien aiheuttamaan käsittelyn hidastumiseen.

Hajatiedoston kapasiteetti on noin 2.8 milj. pistettä, mutta tehokas käyttö edellyttää, että syvyyspisteitä on korkeintaan n. 1.5 miljoonaa.

Hajatiedoston fyysinen sijoitus levyllä koostuu kahdesta tiedostosta eli data- ja hakemistotiedostoista. Nämä muodostetaan tiedostoa luotaessa ohjelmallisesti. Tiedostojen niminä ovat perusnimi, johon on lisätty laajennus 'MH' hakemistotiedostolle ja 'MD' datatiedostolle. Sekä hakemisto- että datablokin koko on 512 tavua, mikä vastaa kahden sektorin pituutta levyllä. HP:n tiedostojärjestelmä sallii vielä tiedostojen



Kuva 10.1. MB-tiedoston muodostuminen

käsittelyn siten, että tietueet jaksotetaan sopivasti, jolloin todellisten levyhakujen määrä vähenee. Esim. hakemistotietueet voidaan jaksottaa kymmenellä. Tällöin yhdellä levyhaulla luetaan 10 hakemistoblokkia puskuriin.

Tiedostoja ohjelmallisesti käsiteltäessä annetaan ohjelmille vain perusnimi ja ohjelmat muodostavat itse tarvittavat laajennukset. Näitä tiedostoja voidaan käsitellä jonkin verran myös käyttöjärjestelmäkomennoilla (mm. luoda, tuhota, kopioida, siirtää, varata tilaa), mutta tällöin käyttäjän on itse huolehdittava siitä, että perusnimi pysyy samana sekä hakemisto- että datatiedostoille. MB-tiedostojen nimiötiedot ovat vain hakemistotiedoston alussa. Tällöin ei voida ohjelmallisesti tutkia ovatko hakemisto- ja datatiedosto luotu samalla kertaa. Tämä on puute nykyisessä järjestelmässä ja se on tarkoitus korjata seuraavassa versiossa, vaikka sekaannuksia tässä suhteessa ei käytännössä olekaan sattunut.

Hajatiedostojen käsittelyä varten on olemassa omat ohjelmansa ja modulinsa. MB-tiedostojärjestelmä on osoittautunut tehokkaaksi, luotettavaksi ja helppokäyttöiseksi. Esimerkiksi tiedostojärjestelmä ei sekaannu vaikka kahden hajatiedoston yhdistämisen aikana sattuu vakavakin systeemihäiriö.

MB-tiedostojärjestelmä on installoitu HP3000 -tietokoneelle. MB-järjestelmän pohjana oli DI Eero Carlsonin v. 1974 kehittänyt MA-järjestelmä. MB-järjestelmä otettiin tuotantokäyttöön keuhäällä 1979 ja toimii edelleen pääasiallisena tiedostomuotona kai-kuharausten tulostuksessa ja muussa alueellisessa syvyyksien käsittelyssä.

10.3 Linjoittaiset hajatiedostot

Linjoittaisen kaikuluotausdatan talletus ja käsittely peräkkäistiedostoissa säilyttää syvyyksiin liittyvän linjainformaation. Toisaalta peräkkäistiedostoissa olevien linjoittaisten syvyyksien käsittely on hankalaa ja tehotonta. Jos esim. on tarvetta verrata kahden vierekkäisen linjan syvyyksiä, niin tällöin joudutaan yleensä lukemaan koko tiedosto läpi, jotta löydettäisiin lähimmät vierekkäiset linjat. Toinen vaihtoehto on ylläpitää erillisiä hakemistotiedostoja, joissa säilytetään linjoittaista informaatiota (näin on tehty esim. mma TAUVO:n luotausten käsittelyohjelmassa).

Nyt käytössä olevat peräkkäistiedostot tuhlaavat myös levytilaa, koska jokaisen syvyyspisteen kaikki koor-dinaatit on talletettu tiedostoon täydellisinä. Jos taas syvyyspisteet talletetaan MB- tai MZ-hajatiedostoihin, niin menetetään linjoittainen syvyysinformaatio.

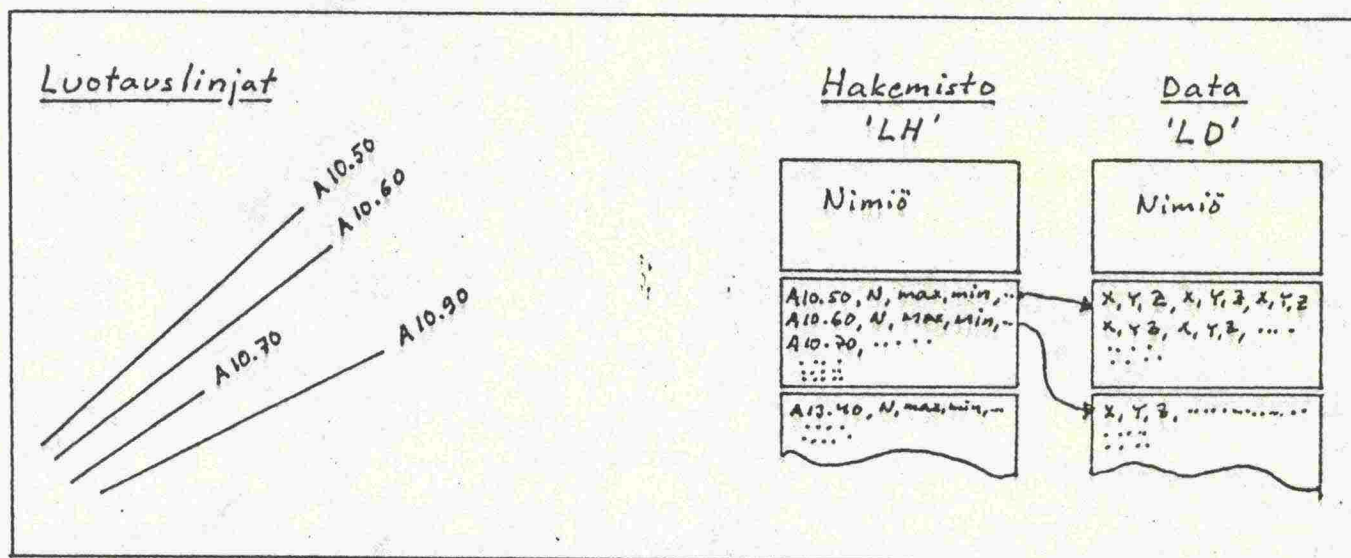
Lueteltujen haittojen eliminomiseksi on suunnitteilla linjoittaisten hajatiedostojen muodostaminen. Tässä tiedostotyyppissä yhdistetään linjoittaisten peräkkäistiedostojen ja hajatiedostojen edut.

Tiedostoratkaisu tulee olemaan periaatteessa seuraavanlainen. Kunkin linjan pisteet talletetaan hajatiedostoon. Linjasta voi tulla yksi tai useampi datablokki. Kutakin datablokkia kohti on yksi tietue hakemistotiedostossa. Tässä hakemistotietueessa on linjan arvo, linjan päätepisteiden koordinaatit, syvyyksien ääriarvot, linkki jatkoblokkiin ja muuta tarvittavaa informaatiota.

Sekä hakemisto- että datatiedostojen alussa on nimiötietueet, joissa on tietoa alueesta, mittausajasta ja -tavasta, paikannuksesta, tiedoston origo sekä muuta tarpeellista tietoa. Itse syvyyspisteet skaalataan tiedoston origon suhteen.

Fyysisesti nämä tiedostot koostuvat kahdesta erillisestä levytiedostosta (hakemisto ja data). Ohjelmat hoitavat niiden luonnin ja käytön. Ohjelmille annetaan vain tiedoston perusnimi ja ohjelmat lisäävät 'LH'-laajennukse hakemistolle ja 'LD'-laajennuksen datatiedostolle.

Linjoittainen hajatiedosto on vasta suunnitteilla. Tätä tiedostotyyppiä tarvitaan mm. määritettäessä syvyyskäyriä kaikuluotausdatasta. Myös luotausalueiden ja indeksikarttojen määrittelyohjelmat voivat käyttää näitä tiedostoja hyväksi. Nämä tiedostot korvaavat myös decca-luotausten tulostuksessa tarvittavat erilliset linjatiedostot.



Kuva 10.2. Linjoittainen hajatiedosto.

10.4 Hajatiedostot (MZ-järjestelmä)

MB-tiedostoihin pohjautuvissa syvyysmallia käyttävissä ohjelmissa ei muodostettua syvyysmallia talleteta levyille, vaan syvyysmalli muodostetaan joka kerta uudelleen, kun sitä tarvitaan. Normaalissa kaikuha-rausten tulostuksissa tämä menettely on aivan paikallaan, koska samoilla alkuarvoilla laskettua syvyysmallia tarvitaan normaalisti kerran tai muutaman kerran. Tällöin ei ole syytä tallettaa syvyysmallia mihinkään.

Mutta suoritettaessa massa-arviolaskentoja väylän linjauksen optimaalisen vaihtoehdon löytämiseksi, joudutaan saman alueen syvyysmallia laskemaan jopa satoja kertoja. Tällöin on järkevää tallettaa muodostettu syvyysmalli levyille. Tämän talletusta varten on kehitetty ns. MZ-tiedostojärjestelmä.

MZ-tiedostojärjestelmä koostuu myös hakemisto- ja datatiedostoista. Kukin datablokki käsittää 1000 ruutua sisältävän syvyysmallin alueen ja kutakin datablokkia kohti on hakemistotiedostossa yksi tietue, joka sisältää ko. datablokin aluetta ja syvyyksiä kuvaavia tietoja.

Datablokkiin talletetaan vain syvyysarvot kustakin syvyysmallin ruudusta. Kunkin ruudun tarkat koordinaatit voidaan aina laskea hakemistossa olevan datablokin vasemman alanurkan koordinaattien avulla. Datablokki sisältää säännöllisen pisteistön, missä on 40 vaakariviä ja 25 pystyriviä. Pisteiden sijaintitarkkuus määräytyy datablokin ruudun koosta.

Hakemistotietueeseen talletetaan kunkin datablokin vasemman alanurkan indeksit, syvyyksien ääriarvot ja syvyyksien muodostamistapa. Kunkin datablokin loppuun talletetaan laskureita ja muuta aputietoa. Saman alueen kattavia datablokkeja voi olla useita ja näissä voi olla esimerkiksi eri vuosien mittauksia. Luettaessa tiedostoa voidaan määritellä minkä tyyppiset syvytydet halutaan käsittelyyn.

MZ-järjestelmän kattaman alueen koolla ei ole käytännöllistä rajoitusta (muuta kuin datablokkien lukumäärä tulee olla alle 32767×32767 kpl). Tämä tiedostotyyppi soveltuu siis hyvin suuria alueita kattavien syvyysaineistojen talletukseen. Tiedostoon sopii noin $10E12$ syvytyttä. Koko Suomi sopisi siis tiedostoon 1 m ruutukoolla. Yhden merikartan alue (700 mm x 1000 mm) olisi 1 mm ruutukoolla noin 700000 ruutua eli noin 700 datablokkia.

Uusi teknologia sallii suurten tietomäärien talletuksen lasikiekoille. Näiden kapasiteetti tulee olemaan luokkaa $10E9$. Tällaiselle levyllä sopisi hyvin jonkin merialueen kaikki syvytydet. Levy voitaisiin päivittää tarvittaessa, esim. kerran vuodessa. Täten kaikki ohjelmat voisivat saada aina tarvitsemansa syvyystiedon alkuperäisistä havainnoista.

Fyysisesti MZ-tiedosto koostuu levyllä kahdesta eri tiedostosta, nimittäin hakemisto- ja datatiedostoista. Hakemistotiedoston nimi on perusnimi laajennettuna 'ZH'-laajennuksella ja datatiedosto 'ZD'-laajennuksella. Sekä hakemisto- että datatiedoston alussa on nimiötietue, jossa olevien tietojen avulla voidaan aina ohjelmallisesti varmistua siitä, että molemmat tiedostot kuuluvat yhteen.

Tässä tiedonhallintajärjestelmässä on sekä hakemisto- että datablokin koko 1024 tavua eli 4 sektoria levyllä.

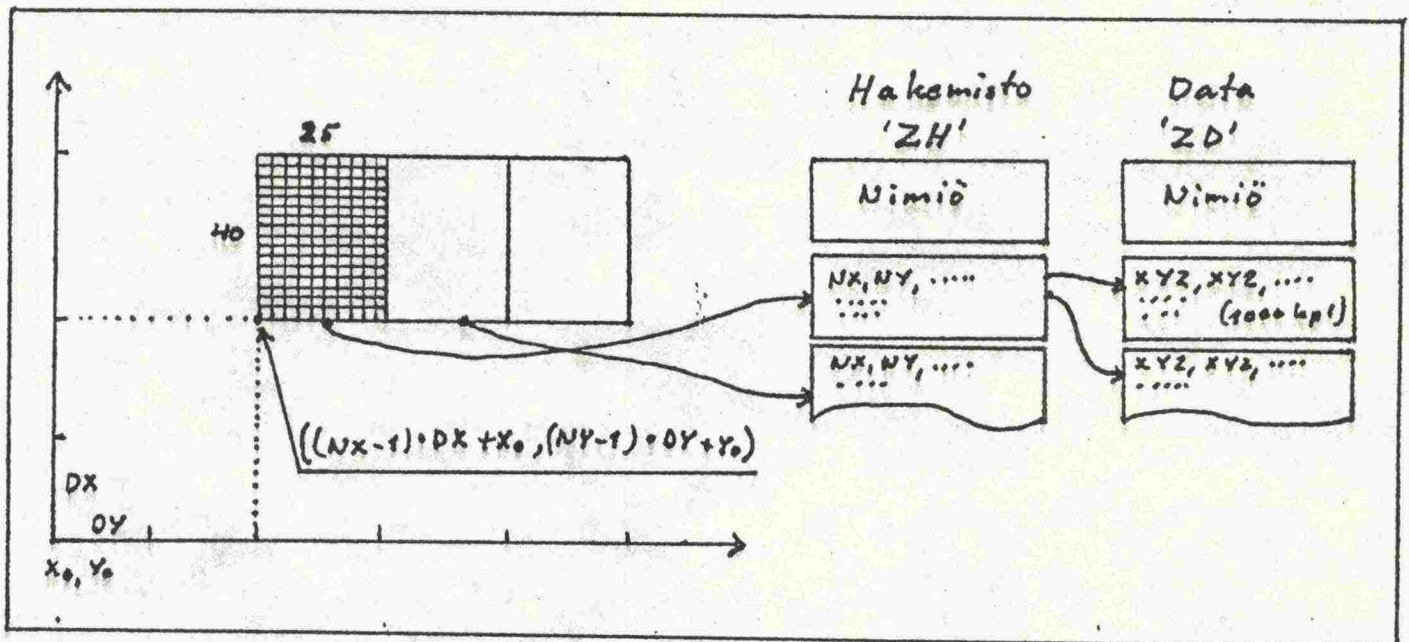
MZ-tiedostojärjestelmä on kehitetty v. 1982 ja se on tällä hetkellä kokeilukäytössä. Kaikkia tarvittavia sovellutusohjelmia ei ole vielä ennätetty tehdä.

10.4 Käyrätiedostot

Syvyyskäyrien talletukseen on käytössä ns. ketjutettu käyrätiedostojärjestelmä. Tässä käyrät talletetaan viivasegmentteinä.

Talletus

Käyräsegmentit talletetaan käyrätiedostoon siten, että käyrän pisteiden koordinaatit talletetaan datatiedostoon yhdeksi tai useammaksi blokiksi. Kutakin datablokkia varten otetaan hakemistotiedostoon yksi tietue, johon talletetaan käyräsegmentin alku- ja loppupisteiden koordinaatit sekä muuta tietoa käyräsegmentistä (mm. syvyysarvo, pistemäärä,



Kuva 10.3. MZ-tiedoston muodostumien

avoin/suljettu segmentti, mahdollinen jatkoblokin numero, rinnesuunta).

Datablokkiin sopii 128 pistettä. Jos käyräsegmentissä on vähemmän pisteitä, niin datablokki jää vajaaksi. Tästä aiheutuu levytilan tuhlausta, jos on paljon pieniä käyriä.

Ketjutus

Kun käyräsegmentit on talletettu tiedostoon, suoritetaan käyrien ketjutus. Tämä tarkoittaa sitä, että tutkitaan mitkä käyräsegmentit kuuluvat samaan käyrään. Ketjutus tapahtuu pelkästään hakemiston avulla.

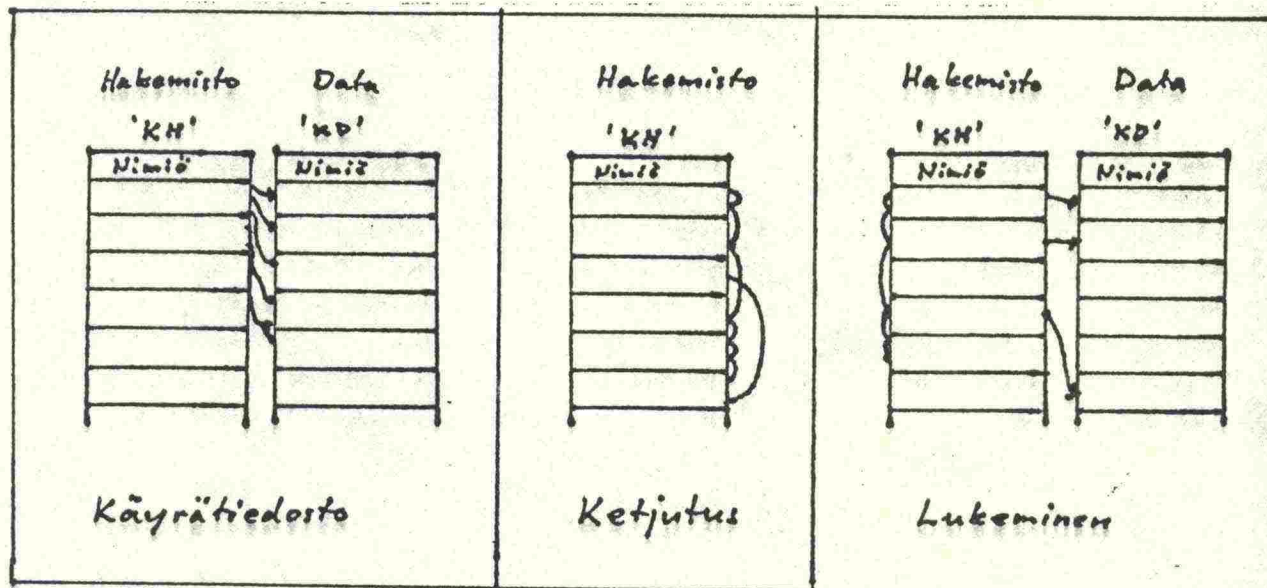
Ketjutusta varten luetaan hakemistotiedosto tai osa siitä (jos hakemistossa on yli 5000 tietuetta) keskusmuistiin. Ketjutuksessa käydään kukin käyräsegmentti kerrallaan läpi ja tutkitaan segmentin alku- ja loppupisteiden avulla löytyykö segmentille jatkoa muista segmenteistä. Jos kahden segmentin alku- tai loppupisteet ovat annettua etäisyyttä lähempänä toisiaan ja segmenteillä on sama syvyysarvo, niin segmentit tulkitaan saman käyrän osiksi. Tällöin sijoitetaan ensimmäisen segmentin jatko-osoittimen arvoksi toisen segmentin numero ja toisen segmentin alkuosoittimen arvoksi ensimmäisen segmentin numero. Näin käydään kaikki segmentit läpi. Lopuksi tulostetaan ketjutettu hakemisto levyille.

Jos hakemisto on jouduttu lukemaan osina ketjutukseen, voi ketjutus tapahtua vain yhden osan sisällä. Koska osaan voi kuulua 5000 tietuetta, ei tästä rajoituksesta ole ollut käytännössä haittaa.

Käyrien lukeminen

Kun ketjutus on tehty, voidaan käyrätiedostosta lukea käyrät kokonaisina. Lukeminen tapahtuu siten, että ketjutetun hakemiston jatko-osoittimien avulla tutkitaan missä datablokeissa luettavan käyrän pisteet ovat ja luetaan vain nämä blokit. Lukuvaiheessa verrataan aina uuden datablokin pisteiden järjestystä jo luettuun käyränosaan ja tarvittaessa käännetään pisteiden järjestys, jotta käyrän pisteet saadaan oikeassa järjestyksessä.

Kuvassa 10.4 on esitetty käyrätiedoston luonti, ketjutus ja lukeminen.



Kuva 10.4. Käyrätiedoston luonti, ketjutus ja luku.

Käyrätiedostojen käyttö

Käyrätiedostoja on käytetty kaikuhaaraudatasta määritettyjen syvyyskäyrien talletukseen. Nämä käyräthän on määritetty pieni osa-alue kerrallaan, joten käyrät ovat yleensä lyhyinä segmentteinä. Ketjuttamalla nämä yhdeksi käyräksi voidaan tulostus saada paljon selvemmäksi. Tällöin voidaan soveltaa paremmin käyrän yleistystä, syvyyslukujen sijoittelua ym. estetiikkaa.

Käyrätiedostosta on myöskin se etu, että käyrien laskeamisajat voivat tulostaa käyrät levyille. Tällöin ei tarvita vielä mg-nauhaa piirtämiskoodin luontiin. Vasta ketjutuksen jälkeen suoritetaan piirtämisajo, joka yleensä on hyvin nopea verrattuna käyrien laskemiseen. Täten voidaan vähentää nauhakaappien varausaikaa sekä myös suorittaa eniten koneaikaa vievät ajot yöllä.

Käyrätiedosto sallii myös sen, että piirtämisohjelmat eri karttaprojektioita varten ovat riippumattomia käyrien määrittämisestä. Tällöin siis käyrät lasketaan ensin tiedostoon, josta niitä voidaan piirtää erillisillä ohjelmilla eri projektioihin. Näin tehdään tulostettaessa merenmittauksista määritettyjä syvyyskäyriä merkatoriin sekä myös indeksikarttoja tulostettaessa. Myös varsinaisille merikartoille siirrettävät syvyyskäyrät käsitellään käyrätiedostoina.

Fyysisesti käyrätiedosto koostuu kahdesta levytiedostosta, jotka ovat hakemisto- ja datatiedosto. Ohjelmat hoitavat tiedostojen luonnin ja nimeämisen. Ohjelmille annetaan vain perusnimi, johon ohjelmat lisäävät laajennuksen 'KH' hakemistolle, 'KD' datatiedostolle ja 'KJ' ketjutetulle hakemistolle. Sekä hakemistotietä datablokki ovat 512 tavua.

10.4 Peruskarttatiedonhallinta

Peruskartta-aineiston talletus ja käsittely tapahtuu mmh:n vanhan tiedonhallintajärjestelmän avulla. Tämä perustuu alueen jakamiseen sopiviin osa-alueisiin sekä tietojen luokitteluun. Alueellisena yksikkönä on tavallisesti peruskartan neljännes, mutta myös muita yksiköitä voidaan käyttää.

Tiedonhallinnassa tiedot on jaettu loogisesti tasoihin, jotka ovat fyysisesti eri tiedostoja levyllä. Tällaisia tasoja ovat mm. vesialueet, tiet, rakennukset ja korkeuskäyrät. Tasot taas on jaettu luokkiin, jotka erottelevat tarkemmin eri karttatiedot. Esim. tiestö on jaettu tieluokkien mukaan ja vesialueilla on eri luokkina mm. rantaviiva, epämääräinen rantaviiva, eri levyiset joet, kivet, ruohikot ym.

Tietojen kooditus eri tasoihin ja luokkiin tapahtuu digitoinnin aikana ns. 'menu'-tekniikkaa käyttäen. Periaatteena tiedonhallinnassa on se, että kukin tieto on talletettu ja voidaan käsitellä sen loogisen merkityksen mukaan eikä esim. kuvaustavan mukaisesti. Kustakin tiedosta talletetaan sen sijainti pisteittäin tietokantaan. Pistemäisistä kohteista tulee vain yksi tietue (sijainti ja koodi). Viivamaisista kohteista tulee koodin ja piirtotavan lisäksi jokaisen taitepiteen koordinaatit.

11. YLEISIÄ TARKASTELUJA

11.1 Ajovirtojen generointi

Kaikuhaarausten tulostuksen nopeuttamiseksi on käytössä ajovirtojen generointiohjelma. Tämä ohjelma kyselee ajojen tarvitsemia tietoja ja lukee mm. kiintopisteiden koordinaatit aputiedostosta sekä muodostaa valmiit ajovirrat, joilla kaikuhaarausten laskenta voidaan suorittaa. Ohjelma generoi sellaiset ajovirrat, joilla saadaan lasketuksi ja listatuksi koordinaatit harausdatasta, harausalueen koko, mahdolliset virheellisyydet datasta sekä piirretyksi oletusarvoilla ajolinjakartta ja varmistusha-rauskartta.

Jos näiden tulosten perusteella ei todeta mitään epäselvää mittauksissa voidaan lopulliset tulosteet saada helposti jatkoajoilla. Jos taas näiden alustavien tulostusten perusteella todetaan jotain virheellisyyksiä, niin voidaan laskea ohjelmat uusilla alkuarvoilla tai ottaa lisätulostuksia tarpeen mukaan.

11.2 Lokitiedostot

Tulostuksen etenemisen seuraamiseksi kaikki tulos-tusohjelmat kirjoittavat tarvittavaa tietoa ns. lokitiedostoon. Tähän tiedostoon tulee aikajärjestyksessä kunkin ohjelman aloituksesta ja lopetuksesta yksi tietue. Kukin tietue sisältää ohjelman nimen ja version, päivämäärän ja kelloajan, käytettyjen tiedostojen nimet sekä muuta tarpeellista tietoa ohjelman toiminnasta (mm. erilaisia laskureita).

Lokitiedostoa voidaan käyttää myös tilastojen laatimiseen. Tilastointiohjelmien tekeminen on meneillään.

11.3 Varmistukset ja arkistointi

Tietojen säilyminen käsittelyn aikana varmistetaan tietokoneen käyttöhenkilöstön suorittamalla viikoittaisella ja päivittäisellä varmistuksella mg-nauhoille.

Kun jokin alue on käsitelty loppuun, talletetaan lähtöaineisto sekä käsittelyn aikana tulleet tärkeimmät välitiedostot mg-nauhoille. Nämä talletukset tehdään kaksille nauhoille. Toiset nauhat jäävät atk-jaokseen ja toiset lähetetään varmuusvarastoon yhdessä alkuperäisten mittausnauhojen kanssa.

Mittausnauhoja on saatu vuodesta 1973 alkaen. Vanhimpia nauhoja on jouduttu lukemaan uudelleen viime vuosina. Lukemisessa ei ole ilmennyt häiriöitä. Mutta mg-nauhojen uudistaminen on aloitettava kyllä lähivuosina.

11.4 Kapasiteettiarvioita

Kaikki merenmittausten tulostus on yleensä pystytty hoitamaan joko mittauskauden aikana tai viimeistään seuraavan talven kuluessa. Tulostusohjelmien kapasiteetti riittää myöskin suunnitelluille mitausmäärien kasvuille, mutta henkilöstöä tarvitaan lisää, kun käsiteltävää tietoa tulee enemmän.

Vuonna 1981 oli kaikuharausalueita noin 160 kpl. Keskikoko alueella oli n. 30 ha, jolloin alueelle tuli keskimäärin n. 100000 pistettä. Tälläisen alueen käsittelyyn kului keskusyksikköaikaa n. 10 -15 min. Alueen käsittely kesti keskimäärin noin päivän. Samanaikaisesti käsittelyssä oli yleensä useita alueita.

Esimerkiksi vuonna 1982 on merenmittauksia tulostettu seuraavasti:

Tulostettu kaikuharauksia:

| | alueita | ha | pist. | karttoja | mittakaavat |
|----------|---------|------|-----------|----------|---------------|
| AIRISTO | 47 | 1700 | 5 286 000 | 78 | 1:500-1:2000 |
| SÄRKKÄ | 37 | 972 | 2 895 500 | 91 | 1:1000-1:2000 |
| Yhteensä | 84 | 2672 | 8 181 500 | 142 | |

Mma AIRISTOn mittaukset ovat kokonaisuudessaan v.1981 tai sitä vanhempia mittauksia. Uudelleen tulostettuja alueita niistä on 26 kpl.

Tulostettu kaikuluotauksia:

| | alueita | linjakm | pist. | karttoja | mittakaavat |
|-------|---------|---------|---------|----------|------------------|
| TAUVO | 1 | 7500 | 190 000 | 22 | 1:20000-1:200000 |
| Tvl | 17 | 112 | 110 000 | 20 | 1:1000 |

Lisäksi on digitoitu osittain TAUVO:n Perämeren luotauksia, mutta alue käsitellään kerralla. Pohjois-Itämeren mittaukset ovat digitoimatta.

Tulostettu tankoharauksia:

| | alueita | linjakm | karttoja | mittakaavat |
|-----|---------|---------|----------|-------------|
| Tvl | 12 | 65 | 12 | 1:1000 |

Ruoppausmassa-arvioita on laskettu kahdesta väylästä yhteensä noin 195 h cpu-aikaa.

11.5 Tarkkuusselvityksiä

Mma AIRISTOn kaikuharauslaitteiston tarkkuutta on selvitetty mm. vuonna 1979 tehdyssä kokeilussa /KORH79c/. Tässä koetyössä harattiin samaa matalikkoa

eri suunnista ja rekisteröitiin tulokset nauhalle. Kustakin harauksesta piirrettiin omat kartat.

Koetyön tuloksista voidaan todeta, että jokaisella harauuskerralla saatiin matalikon pienimmäksi syvyydeksi sama arvo. Myös eri mittauksista piirretyt kartat olivat mittaustarkkuuden ja käytetyn syvyysmallin ruutukoon puitteissa samanlaiset. Liitteessä 11.1 on esitetty neljästä eri suunnasta mitatuista arvoista piirretyt kartat.

11.6 Kustannuslaskelmia

Atk-jaoksessa tehtyjen selvitysten /JUNN83/ mukaan on merenmittausten tulostuksille saatu seuraavia kustannusarvioita:

Mma AIRISTON ja SÄRKÄN kaikuharauksen tulostuskustannukset ovat olleet keskimäärin 2750 mk neliökilometrille. Tämä arvo on normaalin alueen yhteen kertaan tapahtuneen tulostuksen kustannus. Jos alueella on epäselvyyksiä kiintopisteissä tai paikannushäiriöitä runsaasti, tulevat kustannukset jopa kaksinkertaisiksi. Nämä tulostuskustannukset jakautuvat eri vaiheiden osalle seuraavasti: ajojen valmistelu ja muu käsittely noin 2000 - 3250 mk, tietokoneaika noin 300 - 900 mk sekä piirtäminen noin 450 - 900 mk neliökilometriä kohden.

Mma TAUVO:n luotausten tulostuskustannukset ovat noin 4.50 mk linjakilometriä kohden. Tämä koostuu seuraavista eristä: digitointi 2 mk/linja-km, käsittely 0.8 mk/linja-km, tietokoneaika 1.2 mk/linja-km sekä piirtäminen 0.3 mk/linja-km.

Tvl:n kaikuluotausten tulostuskustannukset ovat olleet noin 95 mk linjakilometriä kohden. Tämä koostuu eri tekijöistä siten, että digitointi on noin 36 mk, käsittely noin 35 mk, tietokoneaika noin 12 mk sekä piirtäminen ja tarvikkeet noin 11 mk. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että vastaavien luotausten tulostukset konsulttifirmoilla ovat maksaneet /JUNN83/ mukaan 120 - 170 mk linjakilometriä kohden.

Tvl:n tankoharauksen kustannukset ovat olleet noin 36 mk linjakilometriä kohden. Tämä koostuu pääasiassa käsittelykustannuksista, jotka ovat noin 25 mk/linja-km. Tietokoneaika ja piirtäminen maksavat yhteensä 11 mk/linja-km.

Kaikuharauksista suoritettavien massa-arviolaskentojen kustannukset ovat hyvin riippuvaisia käsittelyalueista eikä niistä ole saatavilla yleispäteviä lukuarvioita.

Edellä olevat kustannukset perustuvat seuraaviin yksikköhintoihin: nykyisin käytössä olevan tietokoneen (HP3000/64) cpu-aika 0.10 mk/s, piirtäminen Calcompilla 90 mk/h sekä valmistelutyö 50 mk/h.

11.7 Rekisterit

Mkh:ssa käytössä olevia tai perustettavia rekistereitä voidaan käyttää hyväksi merenmittausten tulostuksessa. Merenmittausten tulostus taas tuottaa aineistoa joihinkin rekistereihin. Seuraavassa on lueteltu tärkeimmät merenmittaukseen liittyvät rekisterit.

Kiintopisterekisterit

Atk-jaos voi käyttää mmh:n kolmiopisterekisteriä, mutta tällä ei ole suurtakaan merkitystä merenmittausten tulostuksen kannalta.

Oma kiintopisterekisteri on perusteilla. Kun se on valmis, voidaan lähes kaikki tulostuksen tarvitsemat kiintopisteiden koordinaatit lukea suoraan rekisteristä. Tällöin välttytään koordinaattien kopiointivirheiltä ja kaikessa laskennassa käytetään tarkalleen samoja arvoja.

Siirtyminen kiintopisterekisterin käyttöön ei aiheuta oleellisia muutoksia ohjelmistoihin, sillä jo nyt useat ohjelmat lukevat koordinaatit pisteiden numeroiden perusteella erillisistä aputiedostoista. Tällainen aputiedosto siis itse asiassa simuloi kiintopisterekisteriä.

Kiintopisterekistereistä voidaan myös piirtää peitepiirroksia merikarttojen päälle. Näistä piirroksista nähdään kartan alueelle sattuvat kiintopisteet numeroineen. Näitä karttoja voidaan käyttää hyväksi mittausalueita suunniteltaessa.

Merimerkki-, loisto- ja väylärekisterit

Nyt on valmiina kelluvat merimerkit sisältävä rekisteri ja tarkoitus on perustaa loisto- ja väylärekisterit. Näiden tietoja voidaan pirtää lisäinformaatioksi merenmittausten tulostuskartoille.

Merikarttarekisteri

Tekeillä olevaa merikarttarekisteriä voidaan myös käyttää hyväksi mm. määritettäessä mille merikartalle mittauskartan alue sattuu. Myös yhtenäisiä indeksejä piirrettäessä on järkevää piirtää indeksikartat merikarttojen päälle sopiviksi peitepiirroksiksi. Tällöin voidaan karttojen rajat sekä mittakaavat ja keskiparalleelit lukea suoraan rekisteristä.

Maastoaineistot

Maastotiedoista mittauskartoille voivat olla tarpeen lähinnä rantaviivat ja tiestö. Nämä voidaan saada numeerisesta kartta-aineistoista merikarttojen käsittelyohjelmilla.

Merennmittausrekisteri

Merennmittausten tulostus tuottaa aineistoa merennmittausrekisteriin. Tähän rekisteriin tulee tiedot atk-jaoksessa tulostetuista merennmittauksista. Tietoja ovat mm. kuka mitannut, missä mitattu, millä tavalla mitattu sekä koska mittaukset on käsitelty ja missä aineisto on. Merennmittausrekisteri on suunniteltuvaiheessa ja se tulee ilmeisesti pohjautumaan MZ-tiedonhallintaan.

Myös mg-nauharekisteri on tarpeen mittausnauhojen arkistoinnissa sekä muun merennmittausdatan käytössä. Mg-nauharekisteristä on kokeiluversio käytössä.

11.8 Muita tulosteita

Merennmittausten avuksi on atk-jaoksessa piirretty myös erilaisia karttoja, joista seuraavassa lueteltu joitakin.

Kiintopisterekkisteristä on piirretty kiintopistekarttoja, joissa on esitetty alueelle sattuvat pisteet merikartan peitepiirroksena tai Gauss-Krugerpiirroksena.

Myös merimerkkirekkisteristä voidaan piirtää viitakarttoja, joilla näkyy alueen kelluvat merimerkit ja reunamerkit.

Paikannusjärjestelmien tarkkuustutkimuksia varten voidaan laskea ja piirtää tarkkuuskarttoja, joissa on esitetty esim. virhe-ellipseillä kussakin pisteessä teoreettisesti saavutettavat paikannuksen tarkkuudet. Liitteessä 11.2 on esimerkki tällaisesta tarkkuuskartasta.

Myös muita harvemmin käytettyjä karttoja on tulostettu.

11.9 Jatkokehittelyjä

Mma AIRISTOn uusiminen

Mma AIRISTOn mittausjärjestelmän vuonna 1983 tapahtuneen uusimisen aiheuttamat muutokset kaikuhaarausten käsittelyohjelmiin ovat tekeillä. Ensimmäiset ohjelmaversiot ovat jo käytössä.

Mma TAUVOn mittausjärjestelmän uusiminen

Mma TAUVOn uusiminen siten, että mittauksien tulokset saadaan jo aluksella numeeriseen muotoon, helpottaa tulostusta, koska tällöin jää pois hitain ja virhealttein vaihe eli linjojen digitointi. Uusia ohjelmia ja moduleja joudutaan kehittämään rekisteröityjen mittauksien virhetarkasteluun ja paikannuksen käsittelyyn.

Uusi luotausyksikkö

Uuden luotausyksikön mittaukset voidaan käsitellä melkein samoilla ohjelmilla kuin uusitun TAUVO:n mittaukset.

Testikenttä

Mkh:ssa on suunnitteilla testi- ja kalibrointikentän rakentaminen kaikuhaarausrjestelmien testaukseen. Myös muita mittausjärjestelmiä voidaan testata kentällä.

Testikenttä koostuu tunnetuille paikoille tunnetuille syvyyksille asetetuista erilaisista materiaaleista koostuvista kohteista sekä riittävästä paikannuskiintopisteistä.

Tarkoitus on, että mittausalukset suorittaisivat vakiotestin aina ennen mittauskauden alkua ja sen loputtua sekä tarvittaessa myös kesken mittauskautta. Testikenttää voidaan käyttää myös uusien järjestelmien vertailukenttänä.

Kun testikenttä sisältää myös paikannuspisteistön, voidaan koko mittausjärjestelmä testata kokonaisuutena. Myös kun tulostus suoritetaan vakio-ohjelmilla, saadaan myös tulostusten käsittely mukaan testaukseen.

Tulostus tukialuksilla

Tukialuksilla tapahtuva merenmittausten tulostus edellyttää melko paljon suunnittelu- ja ohjelmointityötä. Tällöin on suunniteltava laivojen järjestelmät sellaisiksi, että mittautietojen siirtäminen ja jälkikäsittely maissa onnistuu helposti.

Uudet mittausmenetelmät

Pohjan laatua kuvaavaa informaatiota voidaan osittain käsitellä jo olemassa olevilla ohjelmistoilla. Tällöin voidaan esimerkiksi käsitellä kahta eri pohjakerroksen syvyyttä syvyysmallissa ja tulostaa molempia vastaavat käyräkartat tai vain irtomaakerroksen paksuutta kuvaava käyräkartta. Näiden tulostusta varten ei ole vielä olemassa mitään ohjelmistoa.

Pohjan laatua kuvaavaa informaatiota voidaan saada mm. kairauksilla ja matalataajuuksisilla ns. akustisilla luotaimilla. Kairaustuloksia voidaan yleistää jollain tihentävällä maastomallilla. Akustisten luotauksetulosten käsittelyssä ovat suurimmat ongelmat luotauksten tulokinnassa. Muuten ne voidaan käsitellä kuten tavalliset kaikuluotaukset.

Sivukeilainluotaukset

Sivukeilainluotauksia voidaan myös käsitellä jossain määrin numeerisesti. Tällöin ovat kyseessä hyvin

suuret tietomäärät. Käsittelyyn voidaan soveltaa kuvankäsittelyä varten kehitettyjä ohjelmia ja laitteistoja.

Sivukeilainluotaukset joudutaan ensin oikaisemaan tasoprojektiolle. Tähän tarvitaan numeerista syvyysmallia, jotta pohjan kaltevuuden vaikutus voidaan eliminoida. Sitten aineistosta voidaan luokitella kaukokartoitusohjelmistoilla tai suorittaa hahmontunnistusta.

Ilmakuvien käyttö

Ilmakuva-aineistoa voidaan käsitellä myös numeerisesti. Kuville tulkitut syvyyskäyrät digitoidaan ja muunnetaan laskennallisesti maastokoordinaatistoon. Sitten ne voidaan piirtää mittaus- tai merikartoille merikartta-aineistojen käsittelyohjelmilla.

Syvyyksien arkistointi

Tämä edellyttää paljon suunnittelua, jotta mittausaineisto säilyy varmasti ja että tarvittaessa löydetään halutut tiedot helposti. Syvyyksien arkistointi liittyy läheisesti perustettaviin merenmittaus- ja mg-nauharekistereihin.

Numeerinen merenmittausaineisto kasvaa jatkuvasti. Mg-nauhoilla oleva tieto on uudistettava riittävän usein.

12. MUUT MENETELMÄT JA JÄRJESTELMÄT

Tässä luvussa on tarkoitus lyhyesti esitellä muualla käytössä olevia merenmittausmenetelmiä ja niiden numeerista käsittelyä.

12.1 Tulostusmenetelmät

Kaikuluotauksissa on yleisimmin käytössä diagrammipaperille rekisteröivät luotaimet. Näiden mittauksia tulostetaan perinteisesti siten, että diagrammilta luetaan syvyyspisteitä sopivin välein ja näille lasketaan koordinaatit ja syvyys sekä ne piirretään käsin kartalle.

Tähän tulostukseen käytetään myös automaatiota siten, että diagrammit digitoidaan digitointipöydällä ensin numeromuotoon, jonka jälkeen syvyyspisteille voidaan ohjelmallisesti laskea koordinaatit ja syvyysarvot. Nämä voidaan piirtää vielä piirustuskojeella kartalle.

Digitoinnissa yksi menetelmä on se, että digitoidaan pohjan profiilia piste kerrallaan. Digitointihenkilö valitsee kunkin pisteen, joka halutaan kartalle.

Toinen menetelmä on se, että digitoidaan profiilia viivamoodissa, jolloin digitointilaitte rekisteröi joko määrävälein tai vakioaikavälein pisteitä profiilista. Tällöin on vielä erikseen varmistettava, että esim. matalikkojen huippupisteet tulevat digitoiduiksi. Tämä menetelmä on käytössä mkh:ssa kuten aiemmin tässä esityksessä on kerrottu.

Yksi mahdollisuus digitointiin on se, että digitoidaan profiileista vain ne pisteet, jotka ovat tasan niillä syvyyskäyrillä, joita tulostuskartalle tarvitaan. Nämä pisteet piirretään kartalle ja ne voidaan yhdistää käsin syvyyskäyriksi. Lisäksi täytyy yleensä digitoida ja piirtää matalikkojen huippupisteet. Tämä periaate on käytössä mm. Mittaustekniikka Oy:ssä /TVH78/.

Kanadassa on myös kehitetty puoliautomaattinen kaikuluotausdiagrammien digitointilaitteisto /BURK81/. Tähän laitteistoon kuuluu HP9815S-pöytätietokone, digitointilaitte, kasettinauhuri sekä yhteys jälkikäsitteilylaitteistoon (HP 21MX). Kuvassa 12.1 on esitetty laitteiston periaate. Lopullinen syvyyksien käsittely tapahtuu muilla syvyysaineistojen käsittelylaitteistoilla ja ohjelmistoilla.

Digitointi tapahtuu seuraavasti. Diagrammi asetetaan lukulaitteeseen. Syötetään sisään tarvittavat alkuarvot (päiväys, skaalausarvot, korjausarvot) sekä digitoidaan tarpeelliset lähtöpisteet. Sitten digitoidaan sopivalla tiheydellä syvyyspisteitä diagrammilta. Laskin laskee jokaiselle syvyyspisteelle syvyysarvon.

Paikannustietojen käsittely tapahtuu siten, että digitoidaan leikkauspisteiden paikat ja nämä talletetaan sopivan koodin kanssa muun datan joukkoon oikeassa

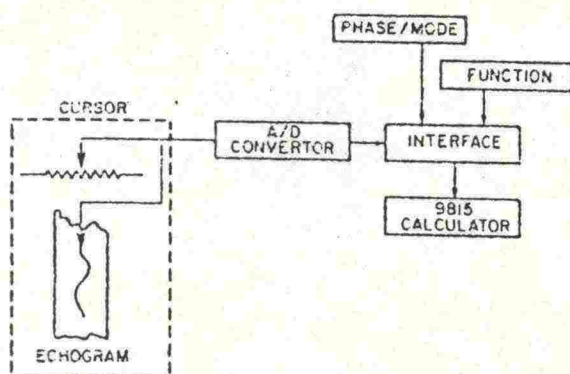


FIGURE 4 Simplified Scaler Block Diagram

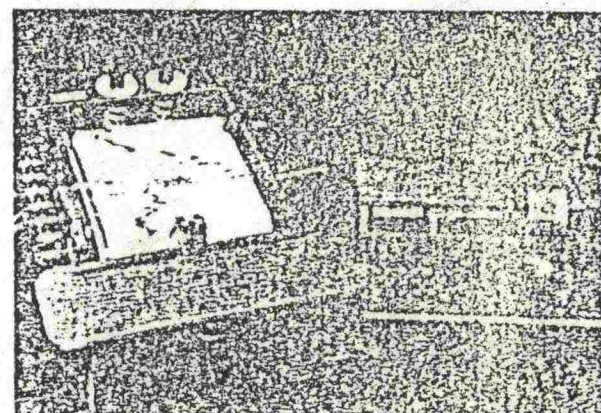


FIGURE 1 Semiautomatic Chart Scaler

Kuva 12.1. Puoliautomaattinen digitointilaite.

järjestyksessä. Leikkauspisteitä vastaavat koordinaatit on talletettu etukäteen paikannustiedostoon. Kun digitoitu tieto ja paikannustiedosto yhdistetään, saadaan leikkauspisteille koordinaatit. Muille pisteille interpoloidaan koordinaatit leikkauspisteiden väliin. Myös erikoispisteitä voidaan käsitellä digitoimalla ne sopivilla koodeilla.

Laitteisto on ollut käytössä vuodesta 1977 alkaen ja sitä kehitellään ilmeisesti edelleen.

ICA:n 'Marine Cartography' komissio on julkaissut raportin /LINT83/, jossa on esitetty uusien merenmittaustietojen esittämistapoja ja menetelmiä.

12.2 Merenmittausjärjestelmät

FIG:n toimesta on julkaistu raportteja /FIG81/, /FIG83/, joihin on koottu tietoja eri valmistajien automaattisista merenmittausjärjestelmistä. Raporteissa on eritelty yksityiskohtaisesti eri merenmittausjärjestelmät, paikannusjärjestelmät, syvyydenmittausjärjestelmät, sonar-laitteistot, aallokon kompensointilaitteistot sekä vedenkorkeuden (vuoroveden) mittaustilaitteistot. Lisäksi raporttiin on otettu mukaan käyttäjien kokemuksia järjestelmien asennuksista ja laitteistojen toiminnoista.

Merenmittausjärjestelmät voidaan jakaa luotaukskanavien mukaan joko yhden kanavan järjestelmiksi tai monikanavajärjestelmiksi. Edellä selostetut kaikuluotausmenetelmät ovat yksikanavaluotauksia. Kaikuharaus on taas monikanavaluotauksia.

Yksikanavaluotausjärjestelmät koostuvat yleensä seuraavista perusosista: luotausyksikkö, paikannusjärjestelmä, ohjausyksikkö, tallennuslaitteisto, tulostus- ja näyttölaitteisto sekä mahdollisesti automaattiohjausjärjestelmä.

Nämä laitteistot voivat toimia erillisinä, jolloin ne vain siirtävät mittaustietoja toisilleen. Tällöin jokaisen laitteen ohjaus ja valvonta on suoritettava erikseen. Toinen tapa on se, että kaikki laitteet ovat keskusyksikön alaisina, jolloin niiden ohjaus tapahtuu myös keskitetysti. Esimerkiksi liitteessä 2.2 olevassa laitteistossa tapahtuu muiden laitteiden paitsi paikannuslaitteiston toiminnan ohjaus keskusyksiköstä käsin.

Monikanavajärjestelmillä pyritään yleensä 100% luotauspeittoon. Monikanavajärjestelmissä on periaatteessa samat perusosat kuin yksikanavajärjestelmissä. Paikannuksessa on lisäksi tarpeen havaita ja rekisteröidä aluksen kunkinhetkinen tosisuunta, poikittainen ja pitkittäinen kallistuma ja aallokon aiheuttama korkeusvaihtelu.

Monikanavajärjestelmät voidaan jakaa vielä sen mukaan onko järjestelmässä useita erillisiä lähetin-vastaanotinantureita tai vain yksi erillisiä säteittäisiä luotauskeiloja antava anturi. Suomessa on käytössä edellisen tyyppiset järjestelmät. Tätä tyyppiä käytetään myös muualla Euroopassa pääasiassa joki- ja satamamittauksissa. Anturit voivat olla vedenalaisissa tai -päällisissä puomeissa joko poikittain alukseen nähden tai pitkittäin aluksen sivulla tai aluksen pohjassa. Myös muita vaihtoehtoja on olemassa (katso paravaaniluotausjärjestelmä).

Myös kuvan 12.2 mukainen luotausyksikkö voidaan ajatella monikanavaluotaimeksi, jos tulosten talletus ja käsittely tapahtuu keskitetysti johtoveneessä.

Monikeilainluotaimen periaate ilmenee kuvasta 12.2. Tällaisessa laitteistossa saadaan kullakin havaintohetkellä useita syvyyshavaintoja aluksen alta ja sivuilta. Vain suoraan aluksen alta saadaan todellinen syvyys. Sivuilta saadaan vinoetäisyydet aluksesta pohjaan. Nämä täytyy korjata todellisiksi syvyyksiksi. Vinokeilainluotaimella mitatut syvyydet eivät ole tasalaatuisia, vaan mitä vinompi luotauskeila on; sitä epätarkempi syvyys saadaan.

Sivukailainluotaus asettaa suuret vaatimukset aluksen liikkeiden (keinunta ym.) havaitsemiselle ja huomioimiselle tulosten käsittelyssä.

Kuvassa 12.3 näkyy yksinkertaistettu kaavakuva syvyyksien laskennasta, jossa on mukana myös aluksen poikittaista keinuntaa.

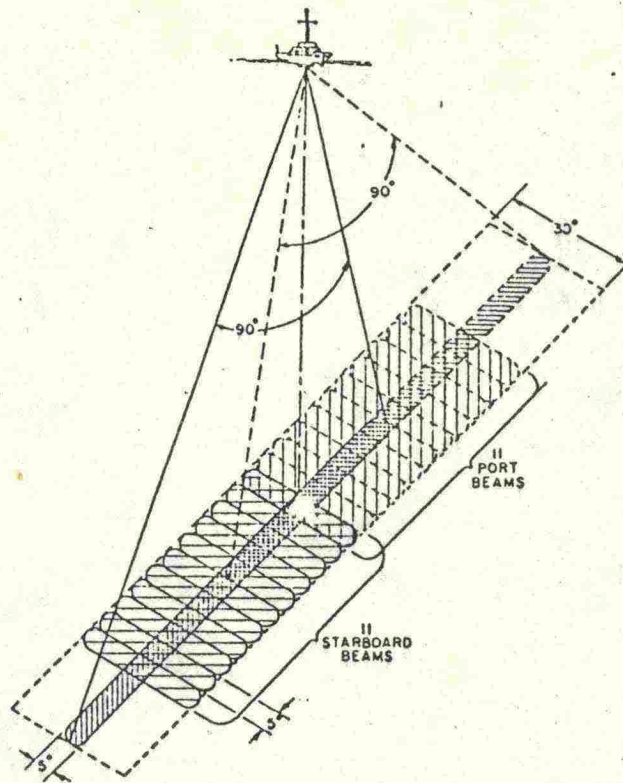


FIG. 1. — Beam formation.

Kuva 12.2. Sivukeilainluotauksen periaate.

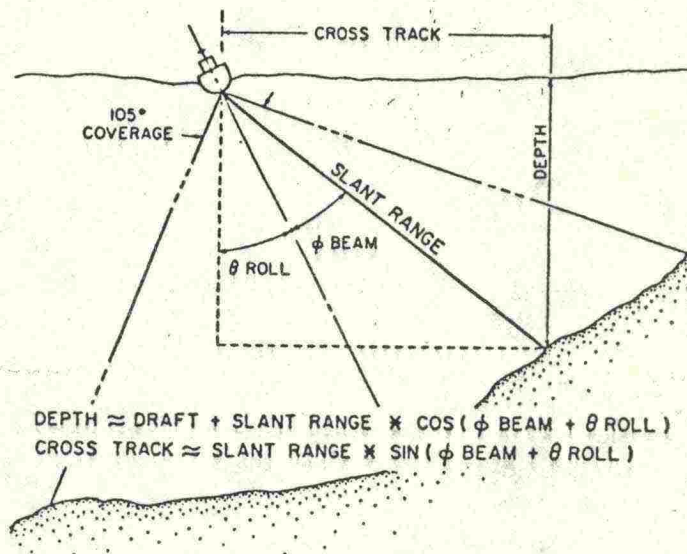


FIG. 2. — Simplified diagram of beam geometry.

Kuva 12.3. Sivukeilainluotauksen laskentaperiaate.

Seuraavassa esitellään muutamia muualla käytössä olevia järjestelmiä ja niiden mittausten käsittelyä sekä aluksilla että toimistossa.

Yksikanavaluotausjärjestelmiä

POLAPLOT

Tämä on Lontoon satamaviraston vuosina 1971-74 kehittelemä yhden luotaimen merenmittausjärjestelmä. Se on asennettu mittausalukseen, jossa myös pääosa tulostuksesta tapahtuu. Laitteisto koostuu minitietokoneesta (16kw), numeerisesta luotaimesta, Hi-Fix- paikannuslaitteistost paperinauha-asemasta ja piirturista. Järjestelmää on kuvattu /POLA74/.

Tulostusohjelmisto on tehty FORTRANilla (paitsi laiteohjaimet). Ohjelmistolla voidaan suorittaa mittauksen aikana syvyyksien valintaa ja talletusta, laaduntarkkailua sekä seurantapiirtoa. Jälkikäteen voidaan tehdä mittausdataan tarvittavia korjauksia (vuorovesi, paikannus), suorittaa profiilien piirtoa sekä piirtää ruopattavien alueiden rajat seurantapiirtokartalle. Pää tietokoneella toimistossa on mahdollista suorittaa myös jonkinlaisia ruoppausmassalaskentoja.

Ranskalainen luotausjärjestelmä

Ranskassa on kehitetty vuosina 1975-82 luotausjärjestelmä, joka koostuu pientietokoneesta (HP9845), johon on liitetty kaikuluotain (DESO 20; 30 ja 210 kHz), paikannuslaitteisto (Syledis), mg-nauha-asema, kirjoitin, seurantapiirturi sekä radiolähetin.

Mittaus tapahtuu normaalisti ja tiedot talletetaan mg-nauhalle. Tiedot voidaan myös lähettää suoraan tosiajassa toimistossa olevalle tietokoneelle, jossa ne talletetaan myös mg-nauhalle. Mittaukset ovat siten toimistossa heti käytettävissä.

Järjestelmää käytetään satamamittauksiin. Radiolinkin toimivuudesta ei ole tietoja.

Tulosteina ovat syvyysnumerokartat, profiilit, syvyyskäyräkartat sekä ruoppaustilavuuslaskelmat.

Järjestelmää on kuvattu /BARB82/.

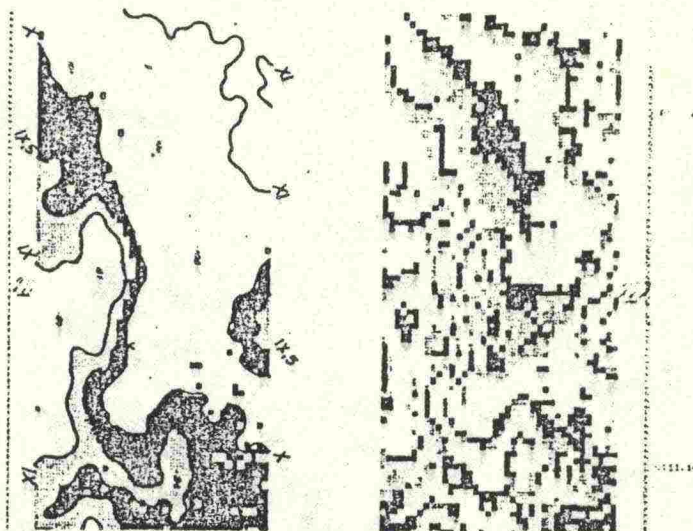
Monikanavaluotainjärjestelmiä

ATLAS BOMA 20

BOMA 20 on Atlas Krupp-yhtiön kehittelemä kaikuluotausjärjestelmä. Laitteisto koostuu keskusyksiköstä, johon voidaan liittää 1 - 50 luotauskanavaa ja tarvittava paikannus- ja tulostuslaitteisto. Täydellisimmillään laitteistoon kuuluu näiden lisäksi monitori, matriisipiirturi syvyyksien esittämiseksi syvyysvyöhykkeinä, seurantapiirturi, poikittaisprofiilien piirtolaite, kirjoitin ja mg-nauha-asema.

Tulostus voi tapahtua syvyysvyöhykediagrammeille, jotka piirretään oikeaan mittakaavaan ja asemaoidaan seurantapiirroksen avulla oikeille paikoilleen kartalla. Näistä piirretään syvyyskäyrät käsin. Numeerista tulostusta varten ei laitetoimittajalla ole mitään ohjelmistoa.

Kuvassa 12.4 on esimerkki laivalla tulostetusta syvyysvyöhykekartasta.



Kuva 12.4. Syvyysvyöhyketulostus laivalla.

Mma SÄRKÄN vanhempi harausjärjestelmä (1966-78) oli BOMAn aikaisempi malli BOMA 10.

ATLAS SUSY 41

Tämä on Atlaksen monipuolinen mittausjärjestelmä, joka rakentuu EPR1100-tietokoneen ympärille. Siihen voidaan liittää erilaisia kaikuluotaus- ja -harausjärjestelmiä (mm. BOMA), eri paikannusjärjestelmiä ja erilaisia tulostuslaitteita. Laitteisto pystyy tulostamaan mittauksen aikana sekä keräämään tiedot mg-nauhalle, josta tulostuksia saadaan heti mittauksen jälkeen. Tulostukset ovat syvyysnumerokarttoja ja profiileja. Myös käyräkarttojen piirto-ohjelma on tekeillä.

BOMA laitteistoja on kuvattu enemmän mm. /ATLA75/, /ATLA75a/ ja /KORH76b/.

FAHRENTHOLZ

Fahrentholz Flächenpeilsystem on kaikuhaarausjärjestelmä, jossa voi olla 40 - 100 anturia 1 - 2.5 m

välein. Luotauksia saadaks max. 8 luotasta sekunnissa kustakin anturista. Syvyysmittauksen tarkkuudeksi valmistaja ilmoittaa 0.1 m.

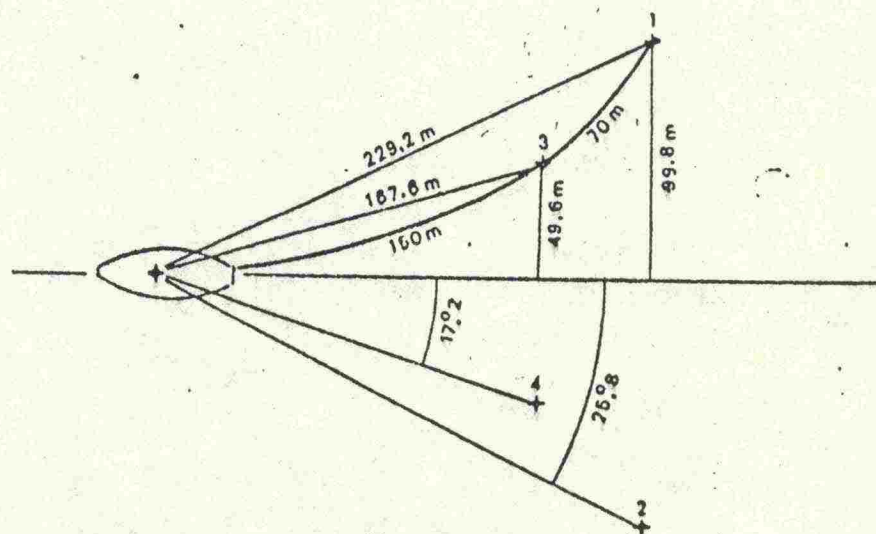
Tulostus tapahtuu analogisesti. Kunkin anturin antama pitkittäinen profiili piirretään samalle diagrammipaperille, josta voidaan piirtää syvyyskäyrät käsin. Halutuilla hetkillä voidaan myös piirtää poikittaisprofiileja. Kehitteillä on myös luotauksen numeerinen käsittely ja sen vaatima ohjelmisto.

Mma AIRISTOn vanha harausjärjestelmä (1972-82) käytti Fahrentozin haraustietojen keräysjärjestelmää.

Enemmän tästä järjestelmästä on esitetty /FAHR76/ ja /KORH76/.

Tanskalainen paravaaniluotaus

Luotausjärjestelmässä on viisi luotainta (30 kHz), joista yksi on laivassa ja neljää muuta hinataan vaijereilla ns. paravaaneissa siten, että ne sijaitsevat sivusuunnassa 50 m päässä toisistaan. Katso kuva 12.5.



Positions of the Otters - speed 8 knots

Kuva 12.5. Paravaaniluotauksen periaate.

Mittausjärjestelmä koostuu HP9825A-laskimesta, Navitronic HDH1-tiedonkeräyslaitteistosta, paikannusjärjestelmästä (TORAN, Decca, MiniRanger ; voivat toimia myös yhtäaikaan), autopilotista, piirturista ja mg-nauha-asemasta.

Luotausnopeus on 9 solmua ja syvyyksien mittaus tapahtuu 0.3 - 60 sekunnin välein. Kullakin jaksolla talletetaan jakson syvyyksien minimi- ja maksimi-arvot sekä näiden paikannustiedot. Seurantapiirto saadaan mittauksen aikana. Järjestelmään voidaan ajaa automaattiohjauksella tai näyttöjen avulla käsiohjauksella.

Jälkikäsitteily tapahtuu maissa RC4000-tietokoneella (tanskal.). Koneen keskisyysikkö on 96 kw. Ohjelmat on tehty Algol 6 -kielellä. Käsitteilyyn kuuluu: virheellisen ja epäilyttävän datan etsintä, paikannuksen laskenta (korjaukset, koordinaatistomuutokset), syvyyksien korjaus (vuorovesi), syvyyksien valinta mittauskartoille ja piirtäminen Kongsberg- piirustuskojeella (myös raamustus), sekä listaukset ja tilastot. Kehitteillä on myöskin syvyyskäyrien piirto-ohjelma (1979).

Menetelmää on kehitetty vuodesta 1972 alkaen. Vuonna 1978 on jo n. 80% mittauskartoista piirretty koneellisesti. Järjestelmää on kuvattu tarkemmin /RASM79/ ja /KORH79b/.

Monikeilainjärjestelmiä

BO'SUN

BO'SUN on Kanadassa kehitetty monikeilainluotausjärjestelmä. Siihen kuuluu 21 kanavaa, jotka peittävät osittain toisensa. Luotaustaajuus on 36 kHz. Luotausalueen leveys on noin 2.6 kertaa syvyys. Laitteisto on asetettu katamaran-tyyppiselle lautalle, jota hinataan mittausaluksella. Järjestelmä on kuvattu / BURK75/.

Luotauskeilojen leveydet ovat 5 astetta sekä pituus- että poikittaissuunnassa. Tasaisella pohjalla 30 m syvyydessä saadaan aluksen alla olevasta keilasta 2.6 m kertaa 2.6 m kokoisen pohjan alan syvyys ja uloin keila antaa vastaavasti 2.6 m kertaa 5.3 m kokoisen alueen syvyyden (vino syvyys).

Aluksen poikittainen kallistuma ja aallokon aiheuttama pystysuora liike kompensoidaan laskennallisesti. Aluksen pitkittäinen kallistuma pyritään eliminoimaan siten, että luotain havaitsee syvyyksiä vain, jos kallistuma on riittävän pieni (alle 2.5 astetta).

Mittausdata kerätään mg-nauhalle. Mittaustietue sisältää paikannustiedot, tosisuunnan, poikittaisen kallistuman sekä (vinot) syvyydet ja näiden status-tietoa. Mittauksia tehdään 1 - 10 kertaa sekunnissa.

Tulosten käsitteily tapahtuu maissa CDC6600-tietokoneella ja Calcomp-rumpupiirturilla.

Tärkein ohjelma on syvyyskäyräkarttojen laskentaohjelma. Se perustuu samantapaiseen ruudustoon

kuin Suomessa käytössä oleva syvyysmalli. Kullekin ruudulle lasketaan syvyys lähistöllä olevien havaintojen keskiarvona. Eri keiloista saatuja syvyysarvoja ei painoteta. Syvyyskarttoja on verrattu perinteisesti valmistettuihin karttoihin ja todettu menetelmä kohtuullisen hyväksi.

Ohjelmistoon kuuluu myös virheellisten havaintojen etsintä- ja poistamisohjelmia, syvyyksien karsintaohjelmia, pohjan kaltevuuden tarkkailuohjelmia sekä seurantapiirtokartan laskentaohjelma.

Järjestelmässä on kehittämistarvetta mm. luotausantureiden sijoittamiseksi suoraan mittauslaivaan, tulosten käsittelyn saamiseksi jo mittauslaivalle, syvyyksien korjausten parantamiseksi ja eri keiloista saatujen syvyyksien painottamiseksi.

SIMRAD EM-300

Tämä on aivan uusi norjalainen laitteisto. Ensimmäinen asennus tulisi olla keväällä 1983 Norjan merikarttalaitoksen mittauslaivaan.

Laitteiston periaate on samanlainen kuin BO'SUNissa, mutta toteutus on modernilla teknologialla. Laitteistossa on 32 kanavaa (2 astetta poikittain, 10 astetta pituussuunnassa). Luotaustaajuus on 300 kHz. Anturit on asennettu laivan alla olevaan telineeseen, jota kääntelemällä voidaan kompensoida laivan keinunta ja pitkittäinen kallistuma. Poikittainen kallistuma kompensoidaan laskennallisesti. Luotauskaistan leveys on 1.25 kertaa syvyys. Maksimietäisyys luotaimella on 400 m.

Laitteistoon kuuluu Mycron 2000 mikrotietokone, joka valvoo syvyyksien keräystä ja talletusta sekä tekee tarvittavia korjauksia havaintoihin. Mikrokone pystyy myös laskemaan syvyyskäyrät mittauksen aikana. Syvyyskäyrät piirretään piirturilla. Syvyudet sekä paikannustiedot talletetaan mg-nauhalle.

Enemmän tietoja tästä järjestelmästä on /HEIE82/.

KIRJALLISUUSVIITTEET

- /ANDE76/ J.J.Andersin The Finnish Survey Vessel "AIRISTO".
International Hydrographic Review
January 1976, Monaco
- /ATLA75/ Report of The International Symposium
on Inland Water Surveying.
Hamburg, 22-23. April, 1975
- /ATLA75a/ BOMA 20 esite.
Krupp Atlas-Elektronik
Bremen, 4/1975.
- /ATLA76/ ATLAS SUSY 41 Systembeschreibung.
Krupp Atlas-Elektronik
Bremen, 2/1976.
- /BARB82/ J.M.Barbier Sounding Data Processing By
Mini-Computer.
International Hydrographic Review
Monaco, January 1982.
- /BROU76/ G.K.Brouwer Automated Depth Selection for the
Fairsheet.
International Hydrographic Review
2/1976, Monaco
- /BURK75/ R.Burke An Evaluation Of The BO'SUN
J.Robson Multi-Beam Sonar System
International Hydrographic Review
Monaco, July 1975.
- /BURK81/ R.G.Burke Portable Semiautomated Chart Scalers
S.Forbes A Useful Tool for Acquiring Digital
R.Tracey Depth Data.
Proceedings of the 20th Canadian
Hydrographic Conference, 1981
- /CHC81/ Proceedings of the 20th Canadian
Hydrographic Conference, 1981.
- /COLL75/ S.H.Collins Terrain Parameters Directly from a
Digital Terrain Model.
The Canadian Surveyor, 5/1975.
- /DH083/ The Danish Accuracy of Soundings.
Hydrographic IHO Reprint No 7.
Office Monaco, 1983.
- /FAHR76/S.R.Fahrentholz Offshore Area Echo Sounding System
Fahrentholz esite, 1976.
- /FIG81/ T.D.W.McCulloch Catalogue of Users and Vendors of
Automated Hydrographic Survey
Systems
FIG, Comission 4, Montreux, 1981.

- /FIG83/ Hydrographic Survey Equipment
1983 Catalogue
FIG, Project 416, London 1983.
- /HEIE82/ Ö.Heier EM-300 A Multibeam Echosounder For
Use in Topographic Surveying.
SIMRAD esite 1982.
- /HEYN82/ K.H. Heyne Über die Genauigkeit von Echolot-
Messungen
Vermessungstechnik, 3/1982.
- /JUNN80/ P.Junni Massa-arviolaskenta/ohjelmaversio 2.
Julkaisematon raportti, 1980-08-05.
- /JUNN83/ P.Junni Merenmittausten kustannuksia
atk-jaoksessa.
Julkaisematon raportti, 1983-02-22.
- /KORH75/ J. Korhonen Decca-paikannusmenetelmästä ja sen
käytöstä merenmittauksessa.
Diplomityö, TKK 1975, Otaniemi.
- /KORH76/ J. Korhonen Kartografian automaatio/merikartat
Maankäyttö 1/1976.
- /KORH76b/ J.Korhonen Matkakertomus Saksan matkasta 1976.
Julkaisematon raportti 1976-04-12.
- /KORH77/ J. Korhonen Linjoittainen syvyysarvojen valinta.
DCV-seloste 1977-04-25 (julkaisem.)
- /KORH78/ J. Korhonen Tietokoneohjattu merenmittaus-
järjestelmä.
Suomi merellä, 1978.
- /KOR78b/ J. Korhonen Uusi maastomalli kaikuhaarausten
käsittelyyn.
Julkaisematon seloste 1978-04-12.
- /KORH79/ J. Korhonen Numeerinen syvyysmalli merenmittaus-
sovellutuksissa.
Esitelmä TKK:n maastomallipäivillä
1979-05-09.
- /KORH79b/ J. Korhonen Matkakertomus Tanskan matkasta 1979.
Julkaisematon raportti, 1979
- /KORH79c/ J.Korhonen Koetyö me/a AIRISTOlla 1979-09-03.
Julkaisematon raportti, 1979-10-01.
- /LAUR80/ S.Laurila Electronic Surveying and Navigation.
- /LINT83/ R.H.W.Linton Methods of Display of
(Editor) Ocean Survey Data
Swindon, 1983.

/MATT64/ E.Mattila
S.Pajunen

Automation in Hydrographic Surveys.
Digital Instruments and Their
Operation on Board the Finnish
Survey Vessel "TAUVO".
International Hydrographic Review,
July, 1964.

/MKH82/

Meriväyläohjelma 1983-92.
Merenkulkuhallitus 1982.

/MKH82b/

Merenkulkuhallituksen KTS vuosille
1984-88.

/ORAA75/ S.R.Oraas

Automated Sounding Selection.
International Hydrographic Review
2/1975, Monaco

/POLA74/

POLAPLOT - Port of London Authority
Esite 1.8.1974.

/RASM79/ G.M.Rasmussen

Automation of Hydrographic Data
Collection and Processing in
Denmark
International Hydrographic Review
2/1975, Monaco

/TVH78/ TVH

TVH:n meriväyläpäivät 1978.
Tie- ja vesirakennushallitus
Vesitieosasto
Helsinki, 1978.

LIITTEET

- 1.1 Merenmittaustilanne 1981
- 1.2 Merenmittaustilanne 1992
- 2.1 Decca-luotausdiagrammi
- 2.2 Eräs kaikuluotausjärjestelmä
- 2.3 Mma AIRISTOn uusi kaikuhaarausjärjestelmä
- 2.4 Decca-kartta
- 3.1 Mma SÄRKÄN kaikuhaarausdatan listaus
- 3.2 Mma AIRISTolla tulostettu ajolinjakartta
- 5.1 Mma TAUVO:n kaikuluotauksen käsittelykaavio
- 5.2 Mma TAUVO:n decca-luotauksen tulostuskaavio
- 5.3 Tvl:n teodoliittiluotauksen käsittely
- 5.4 Tvl:n teodoliittiluotauksen tulostuskaavio
- 5.5 Syvyysnumerokartta (decca-paikannus)
- 5.6 Syvyysnumerokartta (teodoliittipaikannus)
- 5.7 Syvyyskartta (vain kivet)
- 5.8 Syvyyskäyräkartta kaikuluotausdatasta
- 5.9 Indeksikartta teodoliittiluotauksesta
- 5.10 Profiilikartta
- 6.1 Kaikuhaarausaineiston käsittelykaavio
- 6.2 AIRISTOn kaikuhaarausten tulostuskaavio
- 6.3 SÄRKÄN kaikuhaarausten tulostuskaavio
- 6.4 MB-hajatiedostosta saatavat tulosteet
- 6.5 Ajolinjakartta
- 6.6 Haraustietuekartta
- 6.7 MZ-syvyysmallista piirretty syvyysnumerokartta
- 6.8 Syvyysnumerokartta
- 6.9 Syvyyskäyräkartta halsseittain
- 6.10 Syvyyskäyräkartta (varmistusharauskartta)
- 6.11 Syvyyskäyräkartta (massa-arviokartta)
- 6.12 Indeksikartta kaikuhaarauksista
- 7.1 Tankoharausten käsittelykaavio
- 7.2 Tankoharauskartta
- 8.1 Alueellisesti valittu syvyysnumerokartta
- 8.2 Syvyyskäyräkartta 1:100 000.
- 8.3 Väyläesityskartta
- 9.1 Ruoppausmassalaskennan tuloslistaus
- 9.2 Ruoppausaluekartta
- 11.1 Tarkkuuskokeilu mma AIRISTolla.
- 11.2 Tarkkuustutkimuskartta

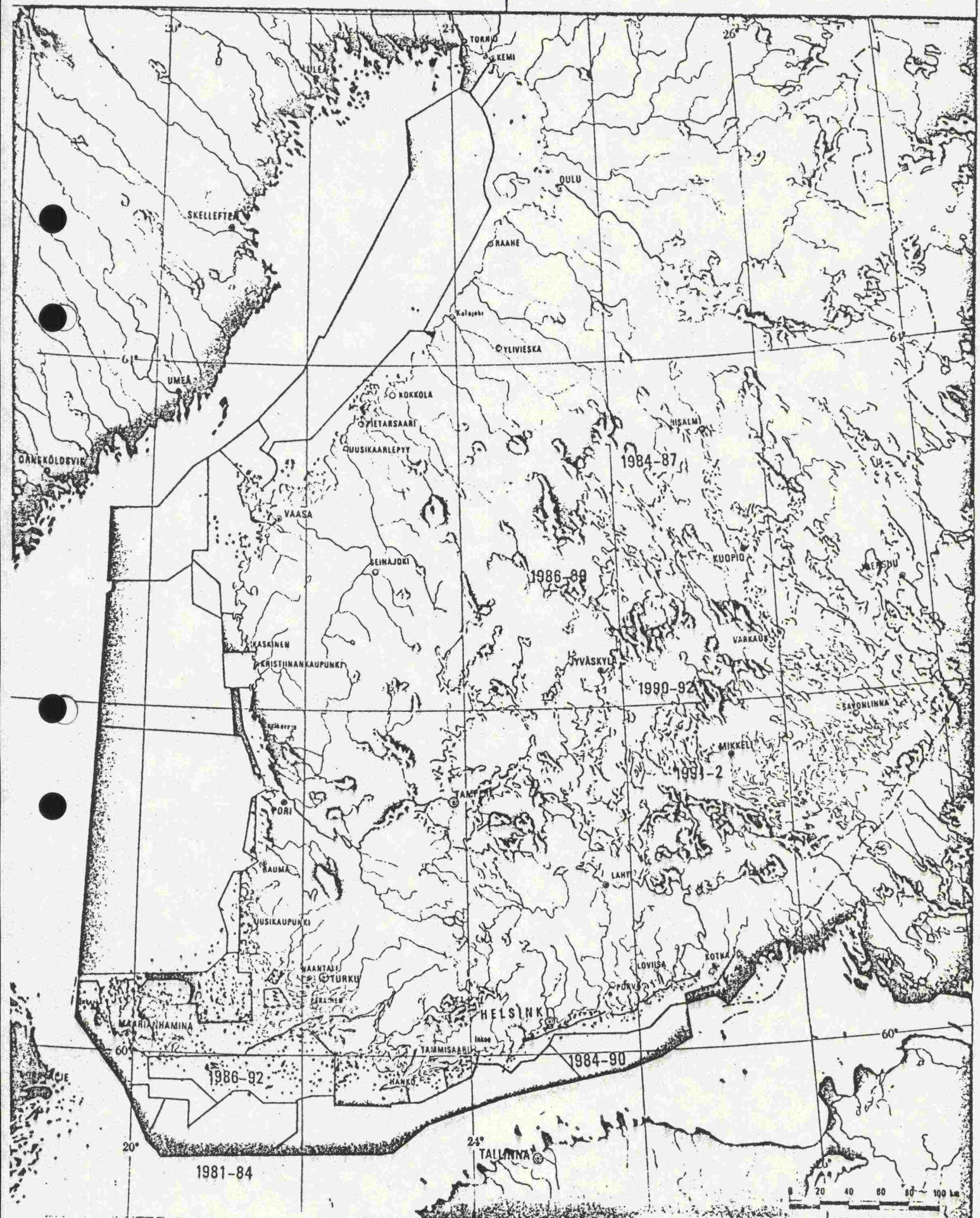
- I** kilireellisyyssija. Pääosin kokonaan luotaamatta
- II** kilireellisyyssija. Puutteellisesti luodattua, pääosa yli 40 v. vanhaa käsi- ja kaikuluotausta
- III** kilireellisyyssija. Osittain tihennettävää pääosin kaikuluodattua
- Nykyajan vaatimusten mukaisesti kaikuluodattua

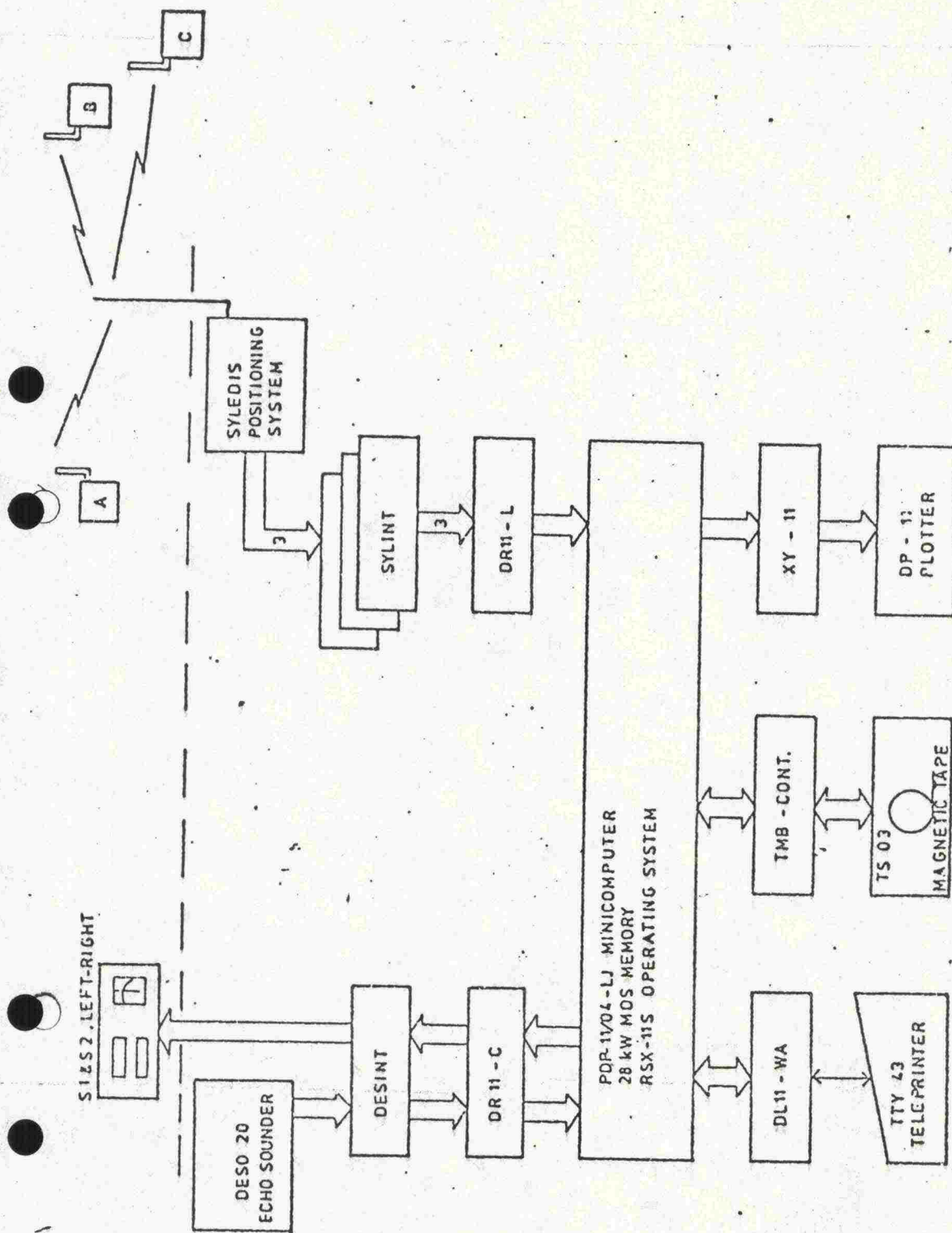
Kuva 108


Liite 1.2

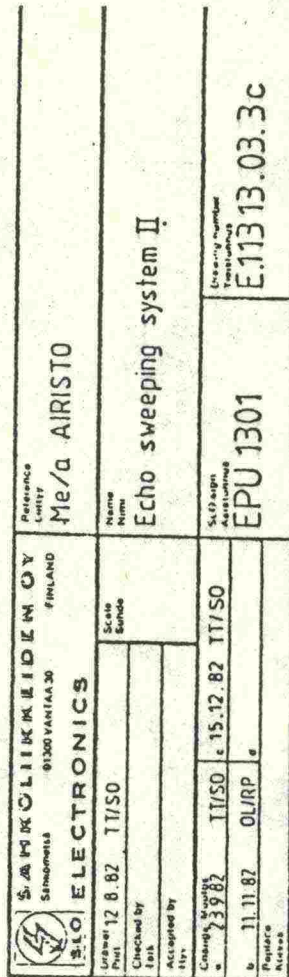
MERENMITTAUSTILANNE

VUONNA 1992





| | | |
|--|----------------|--|
| <div>  SAMKOLIKKIZEN OY SIO. ELECTRONICS </div> | | Reference HYDROGRAPHIC SURVEY OF THE RED SEA COAST |
| Drawn 30.1.80 TT/LJ | Checked by | Name DATA COLLECTION EQUIPMENT FOR SURVEY LAUNCHES |
| Accepted by | Change | Scale |
| Replace | | Drawing number EPU 1287 |
| | | E.06865.13.3 |



61.00

24 16



62.00

24 13

515022

7205000

447.50

63.00
3147.00

64 56

446 56

x,y-co-ordinates direction of prow heeling depth value of echo sounder depth values of echo sweeping

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|-------|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 672900.8 | 555768.9 | 186.3 | 0.8 | 0.1250 | 1255 | 1260 | 1265 | 1270 | 1275 | 1280 | 1285 | 1290 | 1295 | 1300 | 1305 | 1310 | 1315 | 1320 | 1325 | 1330 | 1335 | 1340 | 1345 | 1350 | 1355 | 1360 | 1365 | 1370 | 1375 | 1380 | 1385 | 1390 | 1395 | 1400 | 1405 | 1410 | 1415 | 1420 | 1425 | 1430 | 1435 | 1440 | 1445 | 1450 | 1455 | 1460 | 1465 | 1470 | 1475 | 1480 | 1485 | 1490 | 1495 | 1500 | 1505 | 1510 | 1515 | 1520 | 1525 | 1530 | 1535 | 1540 | 1545 | 1550 | 1555 | 1560 | 1565 | 1570 | 1575 | 1580 | 1585 | 1590 | 1595 | 1600 | 1605 | 1610 | 1615 | 1620 | 1625 | 1630 | 1635 | 1640 | 1645 | 1650 | 1655 | 1660 | 1665 | 1670 | 1675 | 1680 | 1685 | 1690 | 1695 | 1700 | 1705 | 1710 | 1715 | 1720 | 1725 | 1730 | 1735 | 1740 | 1745 | 1750 | 1755 | 1760 | 1765 | 1770 | 1775 | 1780 | 1785 | 1790 | 1795 | 1800 | 1805 | 1810 | 1815 | 1820 | 1825 | 1830 | 1835 | 1840 | 1845 | 1850 | 1855 | 1860 | 1865 | 1870 | 1875 | 1880 | 1885 | 1890 | 1895 | 1900 | 1905 | 1910 | 1915 | 1920 | 1925 | 1930 | 1935 | 1940 | 1945 | 1950 | 1955 | 1960 | 1965 | 1970 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | 2055 | 2060 | 2065 | 2070 | 2075 | 2080 | 2085 | 2090 | 2095 | 2100 | 2105 | 2110 | 2115 | 2120 | 2125 | 2130 | 2135 | 2140 | 2145 | 2150 | 2155 | 2160 | 2165 | 2170 | 2175 | 2180 | 2185 | 2190 | 2195 | 2200 | 2205 | 2210 | 2215 | 2220 | 2225 | 2230 | 2235 | 2240 | 2245 | 2250 | 2255 | 2260 | 2265 | 2270 | 2275 | 2280 | 2285 | 2290 | 2295 | 2300 | 2305 | 2310 | 2315 | 2320 | 2325 | 2330 | 2335 | 2340 | 2345 | 2350 | 2355 | 2360 | 2365 | 2370 | 2375 | 2380 | 2385 | 2390 | 2395 | 2400 | 2405 | 2410 | 2415 | 2420 | 2425 | 2430 | 2435 | 2440 | 2445 | 2450 | 2455 | 2460 | 2465 | 2470 | 2475 | 2480 | 2485 | 2490 | 2495 | 2500 | 2505 | 2510 | 2515 | 2520 | 2525 | 2530 | 2535 | 2540 | 2545 | 2550 | 2555 | 2560 | 2565 | 2570 | 2575 | 2580 | 2585 | 2590 | 2595 | 2600 | 2605 | 2610 | 2615 | 2620 | 2625 | 2630 | 2635 | 2640 | 2645 | 2650 | 2655 | 2660 | 2665 | 2670 | 2675 | 2680 | 2685 | 2690 | 2695 | 2700 | 2705 | 2710 | 2715 | 2720 | 2725 | 2730 | 2735 | 2740 | 2745 | 2750 | 2755 | 2760 | 2765 | 2770 | 2775 | 2780 | 2785 | 2790 | 2795 | 2800 | 2805 | 2810 | 2815 | 2820 | 2825 | 2830 | 2835 | 2840 | 2845 | 2850 | 2855 | 2860 | 2865 | 2870 | 2875 | 2880 | 2885 | 2890 | 2895 | 2900 | 2905 | 2910 | 2915 | 2920 | 2925 | 2930 | 2935 | 2940 | 2945 | 2950 | 2955 | 2960 | 2965 | 2970 | 2975 | 2980 | 2985 | 2990 | 2995 | 3000 | 3005 | 3010 | 3015 | 3020 | 3025 | 3030 | 3035 | 3040 | 3045 | 3050 | 3055 | 3060 | 3065 | 3070 | 3075 | 3080 | 3085 | 3090 | 3095 | 3100 | 3105 | 3110 | 3115 | 3120 | 3125 | 3130 | 3135 | 3140 | 3145 | 3150 | 3155 | 3160 | 3165 | 3170 | 3175 | 3180 | 3185 | 3190 | 3195 | 3200 | 3205 | 3210 | 3215 | 3220 | 3225 | 3230 | 3235 | 3240 | 3245 | 3250 | 3255 | 3260 | 3265 | 3270 | 3275 | 3280 | 3285 | 3290 | 3295 | 3300 | 3305 | 3310 | 3315 | 3320 | 3325 | 3330 | 3335 | 3340 | 3345 | 3350 | 3355 | 3360 | 3365 | 3370 | 3375 | 3380 | 3385 | 3390 | 3395 | 3400 | 3405 | 3410 | 3415 | 3420 | 3425 | 3430 | 3435 | 3440 | 3445 | 3450 | 3455 | 3460 | 3465 | 3470 | 3475 | 3480 | 3485 | 3490 | 3495 | 3500 | 3505 | 3510 | 3515 | 3520 | 3525 | 3530 | 3535 | 3540 | 3545 | 3550 | 3555 | 3560 | 3565 | 3570 | 3575 | 3580 | 3585 | 3590 | 3595 | 3600 | 3605 | 3610 | 3615 | 3620 | 3625 | 3630 | 3635 | 3640 | 3645 | 3650 | 3655 | 3660 | 3665 | 3670 | 3675 | 3680 | 3685 | 3690 | 3695 | 3700 | 3705 | 3710 | 3715 | 3720 | 3725 | 3730 | 3735 | 3740 | 3745 | 3750 | 3755 | 3760 | 3765 | 3770 | 3775 | 3780 | 3785 | 3790 | 3795 | 3800 | 3805 | 3810 | 3815 | 3820 | 3825 | 3830 | 3835 | 3840 | 3845 | 3850 | 3855 | 3860 | 3865 | 3870 | 3875 | 3880 | 3885 | 3890 | 3895 | 3900 | 3905 | 3910 | 3915 | 3920 | 3925 | 3930 | 3935 | 3940 | 3945 | 3950 | 3955 | 3960 | 3965 | 3970 | 3975 | 3980 | 3985 | 3990 | 3995 | 4000 | 4005 | 4010 | 4015 | 4020 | 4025 | 4030 | 4035 | 4040 | 4045 | 4050 | 4055 | 4060 | 4065 | 4070 | 4075 | 4080 | 4085 | 4090 | 4095 | 4100 | 4105 | 4110 | 4115 | 4120 | 4125 | 4130 | 4135 | 4140 | 4145 | 4150 | 4155 | 4160 | 4165 | 4170 | 4175 | 4180 | 4185 | 4190 | 4195 | 4200 | 4205 | 4210 | 4215 | 4220 | 4225 | 4230 | 4235 | 4240 | 4245 | 4250 | 4255 | 4260 | 4265 | 4270 | 4275 | 4280 | 4285 | 4290 | 4295 | 4300 | 4305 | 4310 | 4315 | 4320 | 4325 | 4330 | 4335 | 4340 | 4345 | 4350 | 4355 | 4360 | 4365 | 4370 | 4375 | 4380 | 4385 | 4390 | 4395 | 4400 | 4405 | 4410 | 4415 | 4420 | 4425 | 4430 | 4435 | 4440 | 4445 | 4450 | 4455 | 4460 | 4465 | 4470 | 4475 | 4480 | 4485 | 4490 | 4495 | 4500 | 4505 | 4510 | 4515 | 4520 | 4525 | 4530 | 4535 | 4540 | 4545 | 4550 | 4555 | 4560 | 4565 | 4570 | 4575 | 4580 | 4585 | 4590 | 4595 | 4600 | 4605 | 4610 | 4615 | 4620 | 4625 | 4630 | 4635 | 4640 | 4645 | 4650 | 4655 | 4660 | 4665 | 4670 | 4675 | 4680 | 4685 | 4690 | 4695 | 4700 | 4705 | 4710 | 4715 | 4720 | 4725 | 4730 | 4735 | 4740 | 4745 | 4750 | 4755 | 4760 | 4765 | 4770 | 4775 | 4780 | 4785 | 4790 | 4795 | 4800 | 4805 | 4810 | 4815 | 4820 | 4825 | 4830 | 4835 | 4840 | 4845 | 4850 | 4855 | 4860 | 4865 | 4870 | 4875 | 4880 | 4885 | 4890 | 4895 | 4900 | 4905 | 4910 | 4915 | 4920 | 4925 | 4930 | 4935 | 4940 | 4945 | 4950 | 4955 | 4960 | 4965 | 4970 | 4975 | 4980 | 4985 | 4990 | 4995 | 5000 | 5005 | 5010 | 5015 | 5020 | 5025 | 5030 | 5035 | 5040 | 5045 | 5050 | 5055 | 5060 | 5065 | 5070 | 5075 | 5080 | 5085 | 5090 | 5095 | 5100 | 5105 | 5110 | 5115 | 5120 | 5125 | 5130 | 5135 | 5140 | 5145 | 5150 | 5155 | 5160 | 5165 | 5170 | 5175 | 5180 | 5185 | 5190 | 5195 | 5200 | 5205 | 5210 | 5215 | 5220 | 5225 | 5230 | 5235 | 5240 | 5245 | 5250 | 5255 | 5260 | 5265 | 5270 | 5275 | 5280 | 5285 | 5290 | 5295 | 5300 | 5305 | 5310 | 5315 | 5320 | 5325 | 5330 | 5335 | 5340 | 5345 | 5350 | 5355 | 5360 | 5365 | 5370 | 5375 | 5380 | 5385 | 5390 | 5395 | 5400 | 5405 | 5410 | 5415 | 5420 | 5425 | 5430 | 5435 | 5440 | 5445 | 5450 | 5455 | 5460 | 5465 | 5470 | 5475 | 5480 | 5485 | 5490 | 5495 | 5500 | 5505 | 5510 | 5515 | 5520 | 5525 | 5530 | 5535 | 5540 | 5545 | 5550 | 5555 | 5560 | 5565 | 5570 | 5575 | 5580 | 5585 | 5590 | 5595 | 5600 | 5605 | 5610 | 5615 | 5620 | 5625 | 5630 | 5635 | 5640 | 5645 | 5650 | 5655 | 5660 | 5665 | 5670 | 5675 | 5680 | 5685 | 5690 | 5695 | 5700 | 5705 | 5710 | 5715 | 5720 | 5725 | 5730 | 5735 | 5740 | 5745 | 5750 | 5755 | 5760 | 5765 | 5770 | 5775 | 5780 | 5785 | 5790 | 5795 | 5800 | 5805 | 5810 | 5815 | 5820 | 5825 | 5830 | 5835 | 5840 | 5845 | 5850 | 5855 | 5860 | 5865 | 5870 | 5875 | 5880 | 5885 | 5890 | 5895 | 5900 | 5905 | 5910 | 5915 | 5920 | 5925 | 5930 | 5935 | 5940 | 5945 | 5950 | 5955 | 5960 | 5965 | 5970 | 5975 | 5980 | 5985 | 5990 | 5995 | 6000 | 6005 | 6010 | 6015 | 6020 | 6025 | 6030 | 6035 | 6040 | 6045 | 6050 | 6055 | 6060 | 6065 | 6070 | 6075 | 6080 | 6085 | 6090 | 6095 | 6100 | 6105 | 6110 | 6115 | 6120 | 6125 | 6130 | 6135 | 6140 | 6145 | 6150 | 6155 | 6160 | 6165 | 6170 | 6175 | 6180 | 6185 | 6190 | 6195 | 6200 | 6205 | 6210 | 6215 | 6220 | 6225 | 6230 | 6235 | 6240 | 6245 | 6250 | 6255 | 6260 | 6265 | 6270 | 6275 | 6280 | 6285 | 6290 | 6295 | 6300 | 6305 | 6310 | 6315 | 6320 | 6325 | 6330 | 6335 | 6340 | 6345 | 6350 | 6355 | 6360 | 6365 | 6370 | 6375 | 6380 | 6385 | 6390 | 6395 | 6400 | 6405 | 6410 | 6415 | 6420 | 6425 | 6430 | 6435 | 6440 | 6445 | 6450 | 6455 | 6460 | 6465 | 6470 | 6475 | 6480 | 6485 | 6490 | 6495 | 6500 | 6505 | 6510 | 6515 | 6520 | 6525 | 6530 | 6535 | 6540 | 6545 | 6550 | 6555 | 6560 | 6565 | 6570 | 6575 | 6580 | 6585 | 6590 | 6595 | 6600 | 6605 | 6610 | 6615 | 6620 | 6625 | 6630 | 6635 | 6640 | 6645 | 6650 | 6655 | 6660 | 6665 | 6670 | 6675 | 6680 | 6685 | 6690 | 6695 | 6700 | 6705 | 6710 | 6715 | 6720 | 6725 | 6730 | 6735 | 6740 | 6745 | 6750 | 6755 | 6760 | 6765 | 6770 | 6775 | 6780 | 6785 | 6790 | 6795 | 6800 | 6805 | 6810 | 6815 | 6820 | 6825 | 6830 | 6835 | 6840 | 6845 | 6850 | 6855 | 6860 | 6865 | 6870 | 6875 | 6880 | 6885 | 6890 | 6895 | 6900 | 6905 | 6910 | 6915 | 6920 | 6925 | 6930 | 6935 | 6940 | 6945 | 6950 | 6955 | 6960 | 6965 | 6970 | 6975 | 6980 | 6985 | 6990 | 6995 | 7000 | 7005 | 7010 | 7015 | 7020 | 7025 | 7030 | 7035 | 7040 | 7045 | 7050 | 7055 | 7060 | 7065 | 7070 | 7075 | 7080 | 7085 | 7090 | 7095 | 7100 | 7105 | 7110 | 7115 | 7120 | 7125 | 7130 | 7135 | 7140 | 7145 | 7150 | 7155 | 7160 | 7165 | 7170 | 7175 | 7180 | 7185 | 7190 | 7195 | 7200 | 7205 | 7210 | 7215 | 7220 | 7225 | 7230 | 7235 | 7240 | 7245 | 7250 | 7255 | 7260 | 7265 | 7270 | 7275 | 7280 | 7285 | 7290 | 7295 | 7300 | 7305 | 7310 | 7315 | 7320 | 7325 | 7330 | 7335 | 7340 | 7345 | 7350 | 7355 | 7360 | 7365 | 7370 | 7375 | 7380 | 7385 | 7390 | 7395 | 7400 | 7405 | 7410 | 7415 | 7420 | 7425 | 7430 | 7435 | 7440 | 7445 | 7450 | 7455 | 7460 | 7465 | 7470 | 7475 | 7480 | 7485 | 7490 | 7495 | 7500 | 7505 | 7510 | 7515 | 7520 | 7525 | 7530 | 7535 | 7540 | 7545 | 7550 | 7555 | 7560 | 7565 | 7570 | 7575 | 7580 | 7585 | 7590 | 7595 | 7600 | 7605 | 7610 | 7615 | 7620 | 7625 | 7630 | 7635 | 7640 | 7645 | 7650 | 7655 | 7660 | 7665 | 7670 | 7675 | 7680 | 7685 | 7690 | 7695 | 7700 | 7705 | 7710 | 7715 | 7720 | 7725 | 7730 | 7735 | 7740 | 7745 | 7750 | 7755 | 7760 | 7765 | 7770 | 7775 | 7780 | 7785 | 7790 | 7795 | 7800 | 7805 | 7810 | 7815 | 7820 | 7825 | 7830 | 7835 | 7840 | 7845 | 7850 | 7855 | 7860 | 7865 | 7870 | 7875 | 7880 | 7885 | 7890 | 7895 | 7900 | 7905 | 7910 | 7915 | 7920 | 7925 | 7930 | 7935 | 7940 | 7945 | 7950 | 7955 | 7960 | 7965 | 7970 | 7975 | 7980 | 7985 | 7990 | 7995 | 8000 | 8005 | 8010 | 8015 | 8020</ |
|----------|----------|-------|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

+

2280229.0
2525189.2

2280597.0
2525345.5

12.0

11.0

10.0

9.0

8.0

7.0

6.0

5.0

4.0

3.0

2.0

1.0

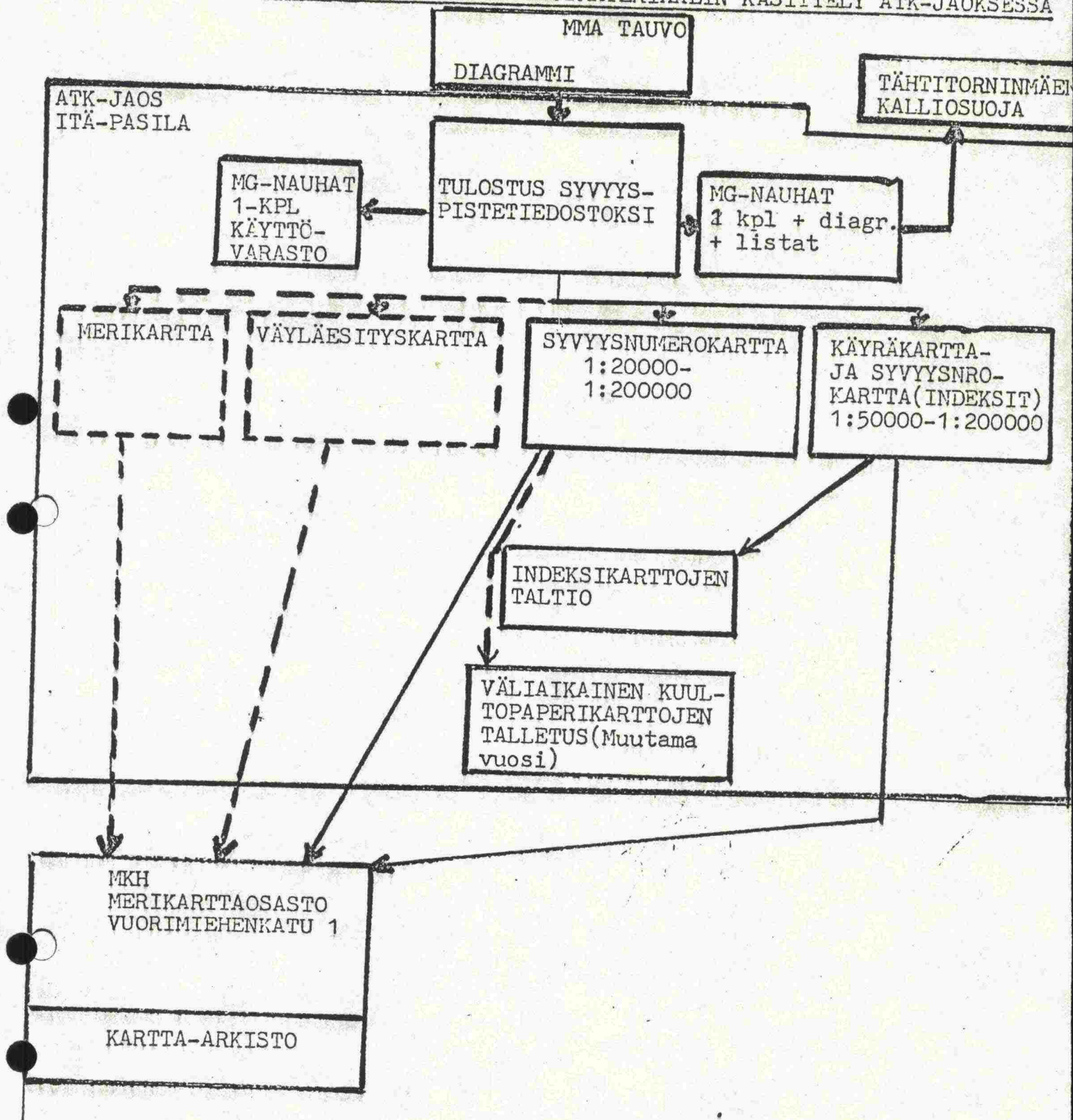
2280112.0
2525465.5

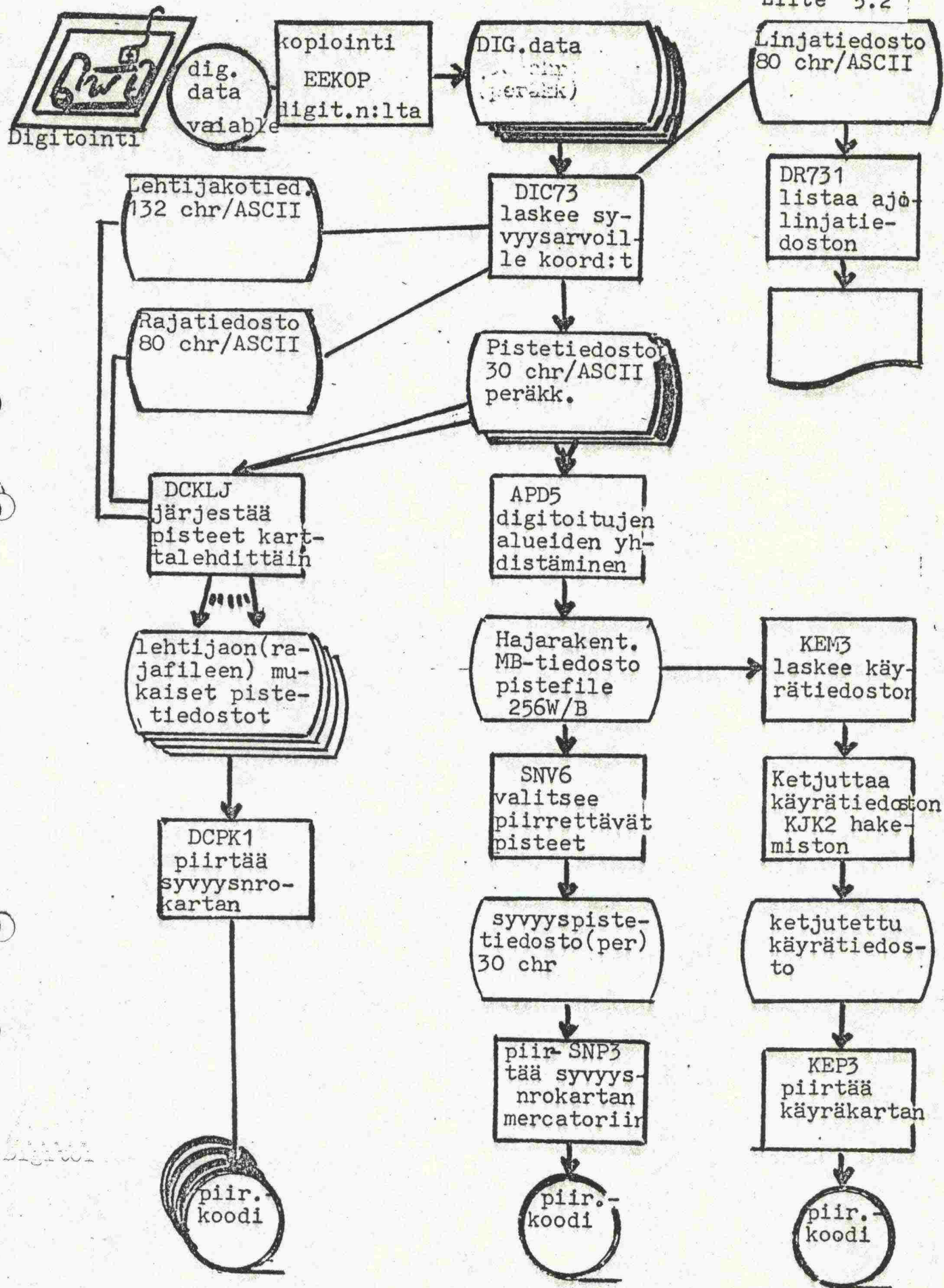
2280480.0
2525621.7

KEMINKRAASELI
33-07-27 24

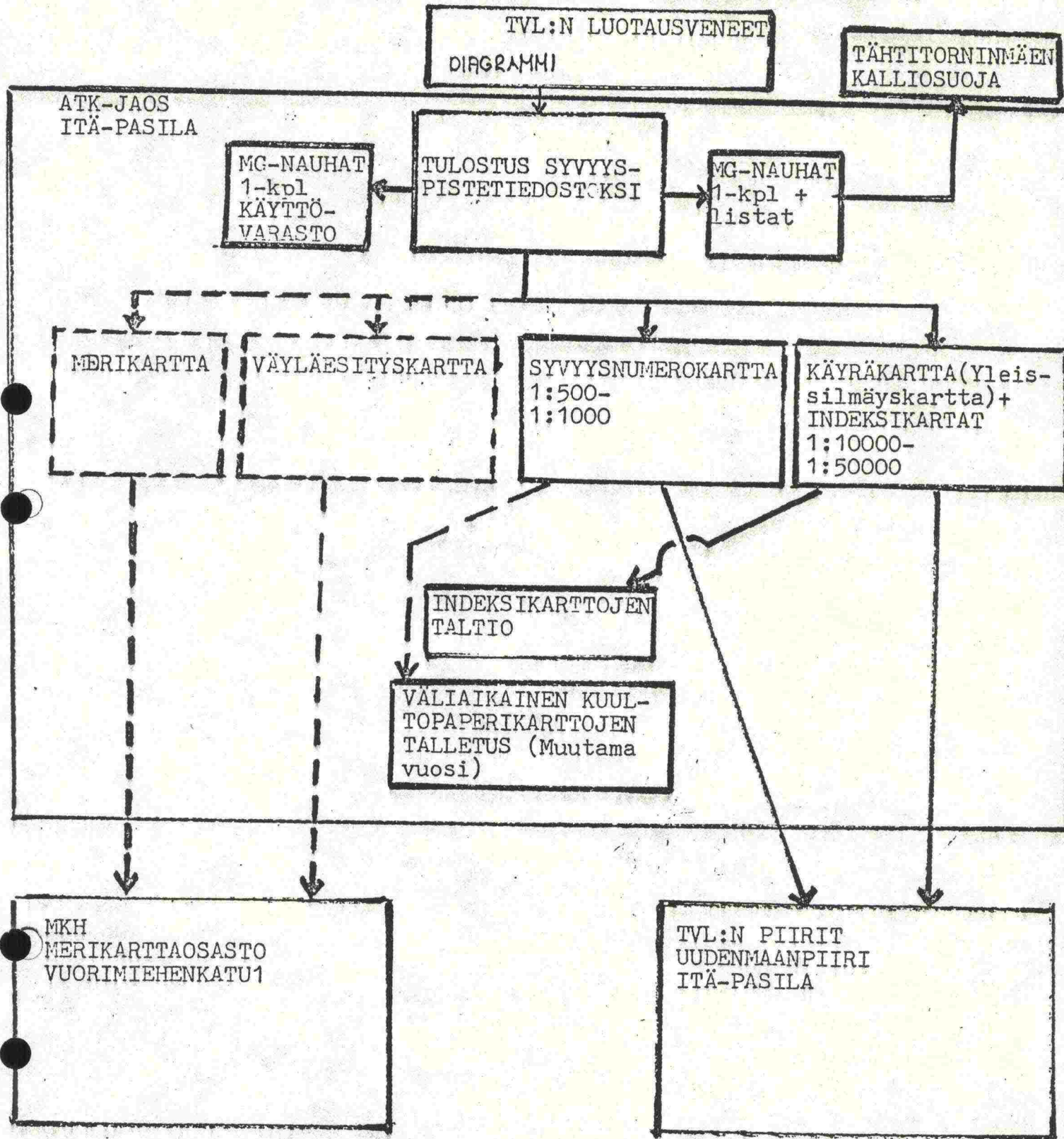
1:2520.0

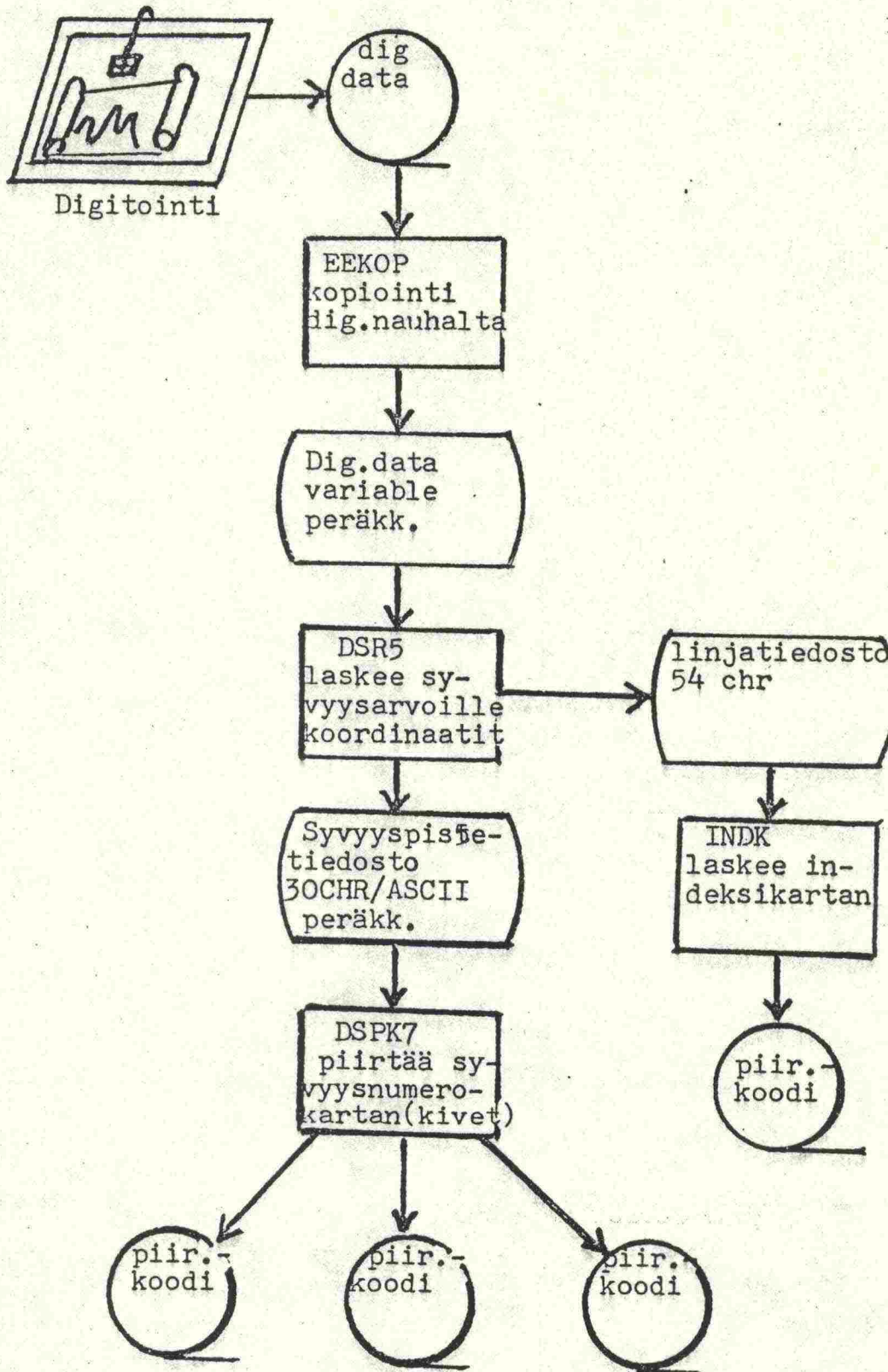
MMA TAUVOVON KAIKULUOTAUSMATERIAALIN KÄSITTELY ATK-JAOKSESSA





TVL:N KAIKULUOTAUSMATERIAALIN KÄSITTELY ATK-JAOKSESSA

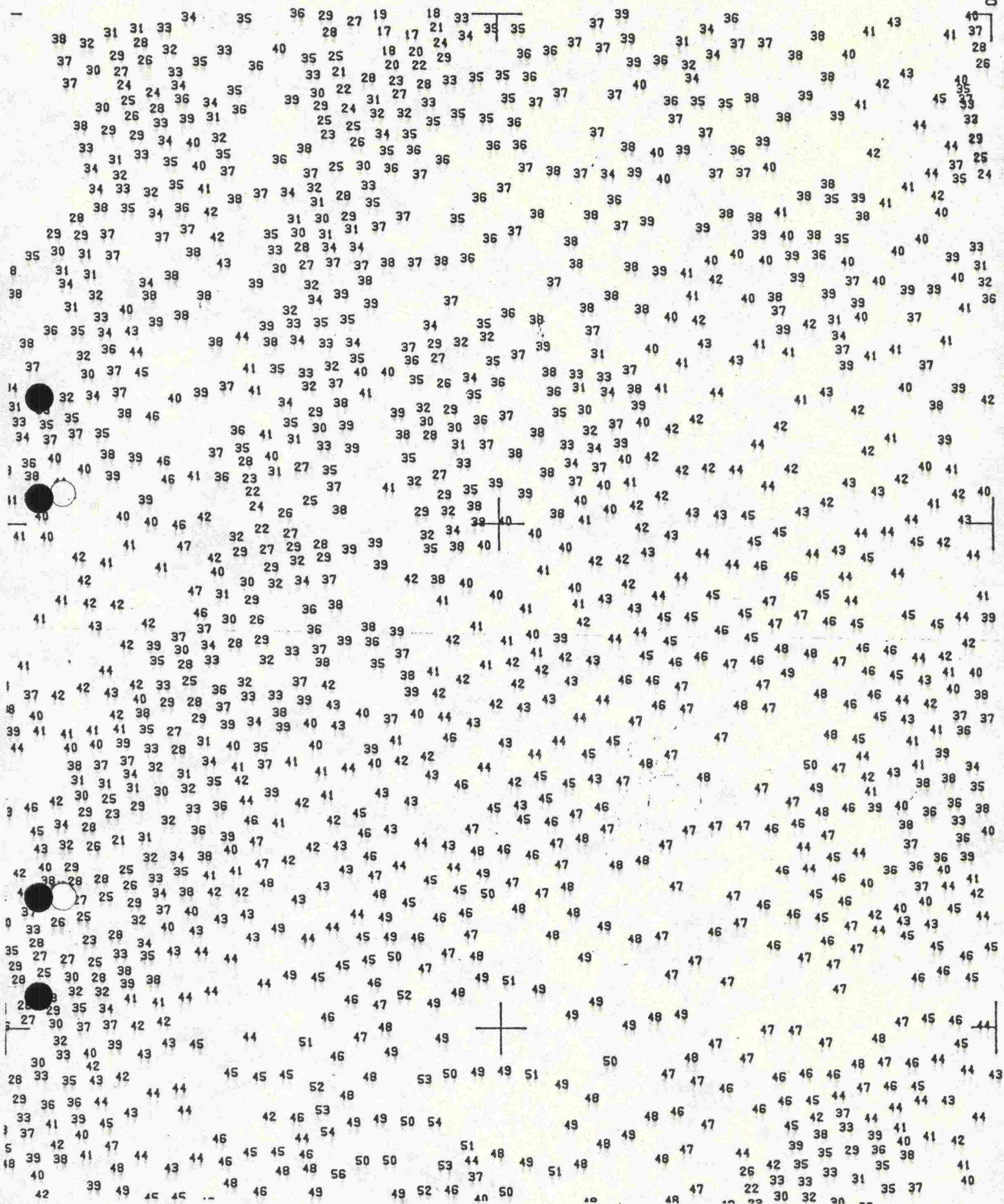




- numerot
- kivet

- numerot

- kivet



MR

S Y V Y Y S N U M E R O K A R T T A

MITTAKAAVA

LEHTI 201311A

ALUE SUOMENLAHTI

DECCA-VERKKO

, LUODATTU V. 197

, PIIRRETTY 197

VEDENKORK.

, DIGITOITU V. 197

, HYVAKSYTTY 197

Liite 5.6 Syvyysnumerokartta (teodoliittipaikannus)

DSPK7 HF3000

HANIY

1983-10-26 13.23

| | | | | | | | | |
|----------|--|-------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|
| 440300 | 399.0000 | .0000 | 0000.1 | 0000.2 | 0000.3 | 0000.4 | 0000.5 | 440450 |
| 6333500 | 25 25 94.4162 | | | | | | 94.3555 | 6333500 |
| 94.3555 | 24 23 23 22 21 22 24 24 24 23 23 23 25 25 25 26 26 | | | | | | | 95.4610 |
| 95.4610 | 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 | | | | | | | 95.9741 |
| 95.9741 | 20 20 19 17 17 16 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 17 | | | | | | | 95.2297 |
| 95.2297 | 20 19 19 17 15 14 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 | | | | | | | 95.4024 |
| 95.4024 | 12 17 17 16 15 14 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 15 | | | | | | | 95.7350 |
| 95.7350 | 17 16 16 15 14 13 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 | | | | | | | 95.9927 |
| 95.9927 | 17 16 15 15 14 13 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 | | | | | | | 97.2473 |
| 97.2473 | 16 15 15 15 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 97.5020 |
| 97.5020 | 16 15 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 97.7565 |
| 97.7565 | 15 15 15 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.0113 |
| 99.0113 | 15 15 15 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.2659 |
| 99.2659 | 15 15 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.5205 |
| 99.5205 | 15 15 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.7752 |
| 99.7752 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.9299 |
| 99.9299 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.2345 |
| 99.2345 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.5332 |
| 99.5332 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 99.7335 |
| 99.7335 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 100.0025 |
| 100.0025 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 100.3031 |
| 100.3031 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 100.5579 |
| 100.5579 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 100.8124 |
| 100.8124 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 101.0670 |
| 101.0670 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 101.3217 |
| 101.3217 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 101.5763 |
| 101.5763 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 101.8310 |
| 101.8310 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 102.0856 |
| 102.0856 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 102.3402 |
| 102.3402 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 102.5949 |
| 102.5949 | 14 14 14 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 13 | | | | | | | 633350 |
| 440300 | 399.0000 | .0000 | 0000.1 | 0000.2 | 0000.3 | 0000.4 | 0000.5 | 440450 |

TVL/LODENMAAN PIIRI

SONYA

SYVYYSNUMEROKARTTA

HANGON VAYLA I

ALUE: HANIY

MITTAKAAVA 1:1000.

PERUSKARTTALEHTI: 201109

MERIKARTTA

KOORDIN. JARJ. KKJ

VEDENKORKEUSTASO :

LUODATTU V. 1980

OYJAUSPISTE (OP) : 7 633393.55 439160.31

A = KIVI

TARKASTETTU: TVL

LEIKKAUSPISTE (LP) : 735 631937.75 440332.50

Q = EFAVARMA KIVI

MKL

SUUNTAPISTE OP : 735 631937.75 440332.50

SUUNTAPISTE LP : 7 633393.55 439160.31

HYVAKSYTTY: TVL

LASKETTU: DSPK7 HF3000

HANIY

1983-10-26 13.23

NAUHA: MKP072:0

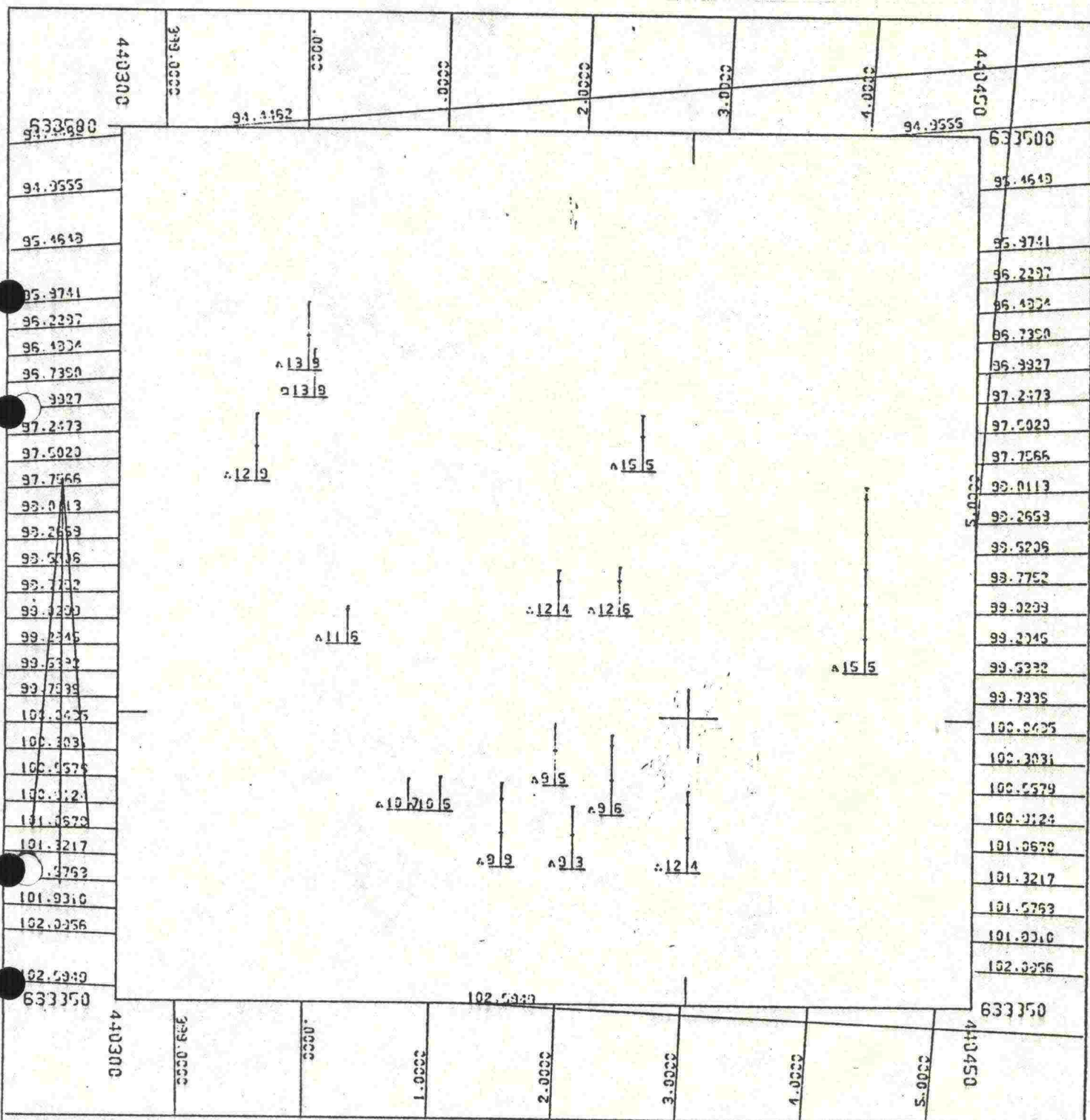
PIIRRETTY MKH:4 PIIRTUR:LAITTE

Liite 5.7 Syvyyskartta (vain kivet)

OSPK7.02/HP3000

HANIY

1933-10-23 12.37



TVL/UUDENMAAN PIIRI

SONYA

SYVYYSSNUMEROKARTTA

HANGON VAYLA I

ALUE: HANIY

MITTAKAAVA 1:1000.

PERUSKARTTALEHTI: 201108

MERIKARTTA

KOORDIN. JARJ.: KKKJ

VEDENKORKEUSTASO :

LUODATTU V. 1930

OHJAUSPISTE (OP) : 7 633333.55 433160.31

△ = KIVI

TARKASTET

LEIKKAUSPISTE (LP) : 735 631937.75 440332.50

□ = EFAVARMA KIVI

SUUNTAPISTE OP : 735 631937.75 440332.50

KIVEN KORK MM:M 20.

SUUNTAPISTE LP : 7 633333.55 433160.31

JAKO-OSA M .30

HYVAKSYTT

LASKETTU:OSPK7.02/HP3000

HANIY

1933-10-23 12.37

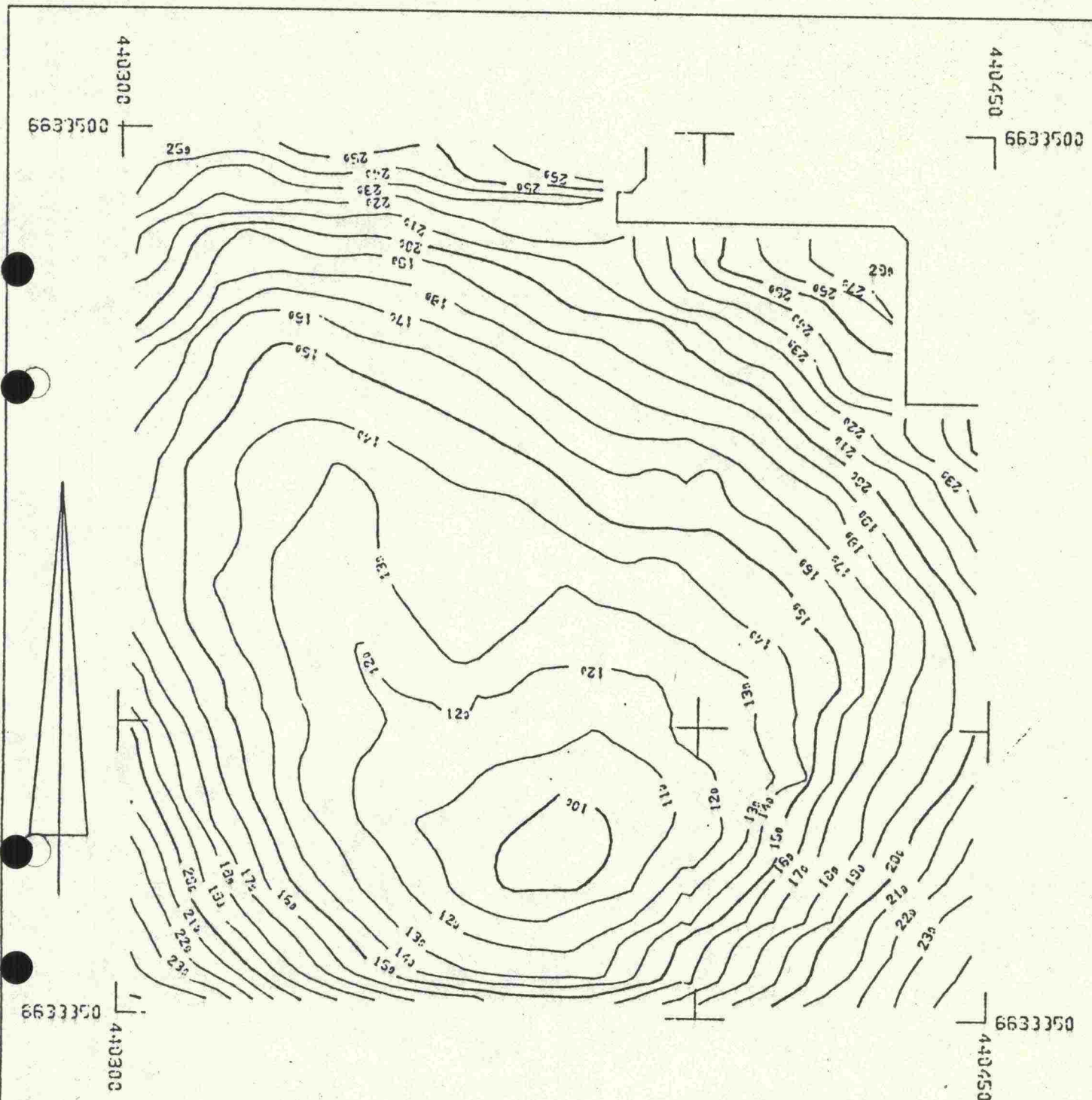
NAUHA:MKP071:0

PIIRRETTY MKH:N PIIRITUR/LAITTE

MSF 002/HF3000

HANIY

1999-10-26 12.29



K A Y R A K A R T T A
HANKO 1

MITTAKAAVA 1/1000.

LASKENTARUUTU 5.00 M SYVYYSTASO 1 15.00
SYVYYSKAYRAT VALILTA 1.00 - 60.00 M

HAKUSADE 7.50 VIRH.SAJA 5.00
KAYRAVALI 1.00 M

LASKETTU MSF 002/HF3000

HANIY

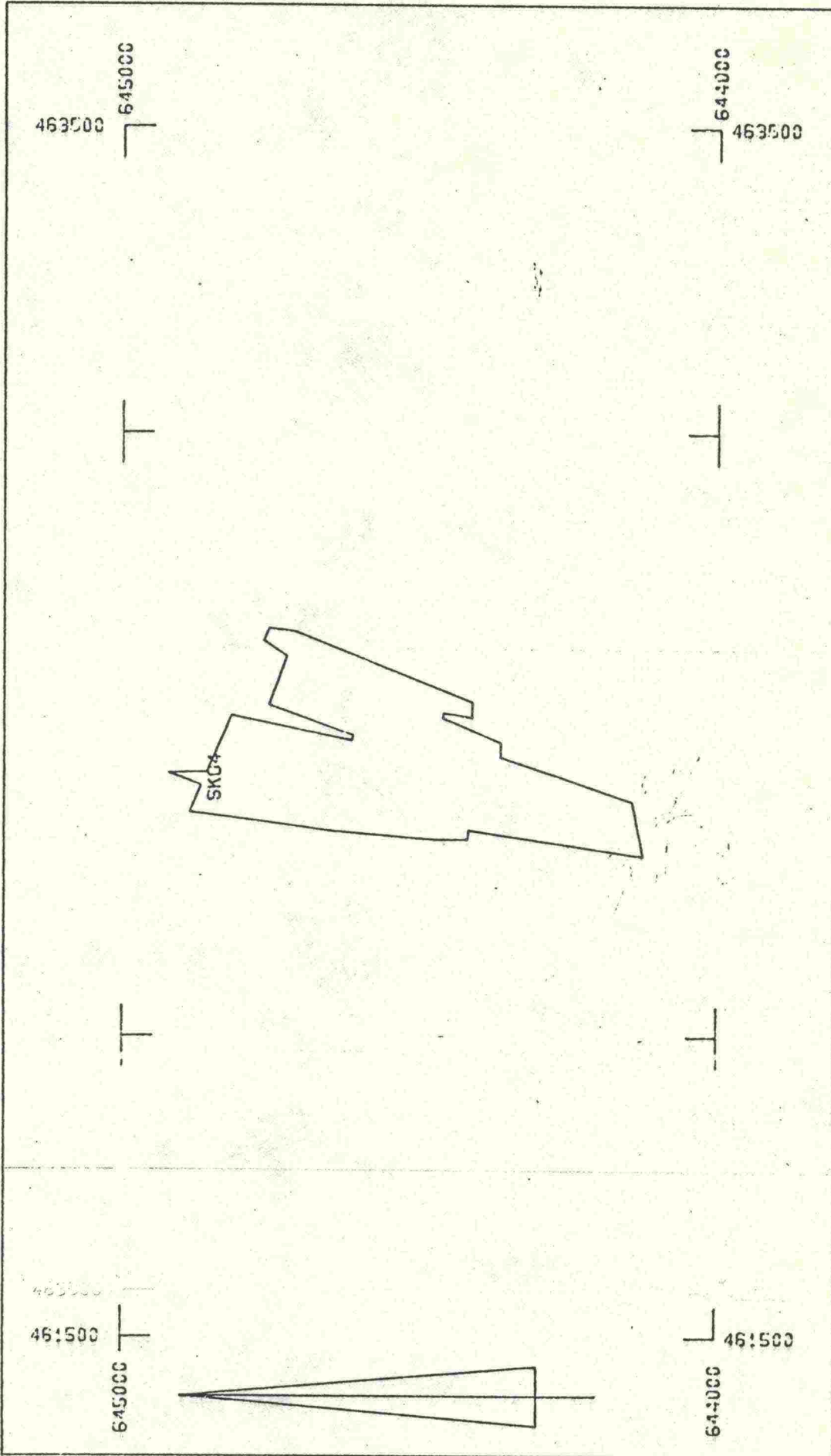
1999-10-26 12.29

NAUHA MKP070.0

1933-10-31 8.51

SK0327 IVL

INCK 01/HF3000



I N D E K S I K A R T T A

MITTAKAAVA 1:10000.

NAUHA:MK0059-0

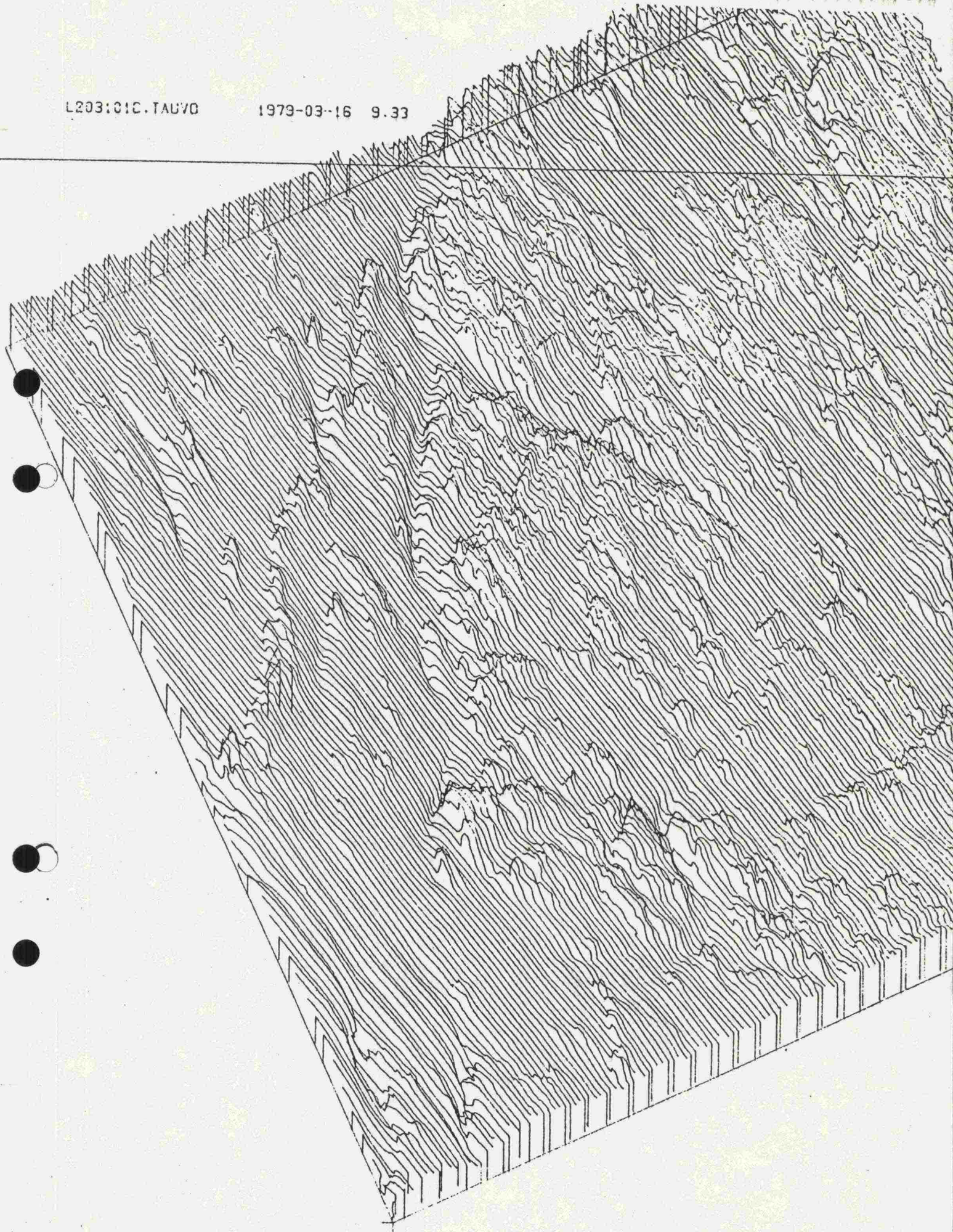
1933-10-31 8.51

SK0327 IVL

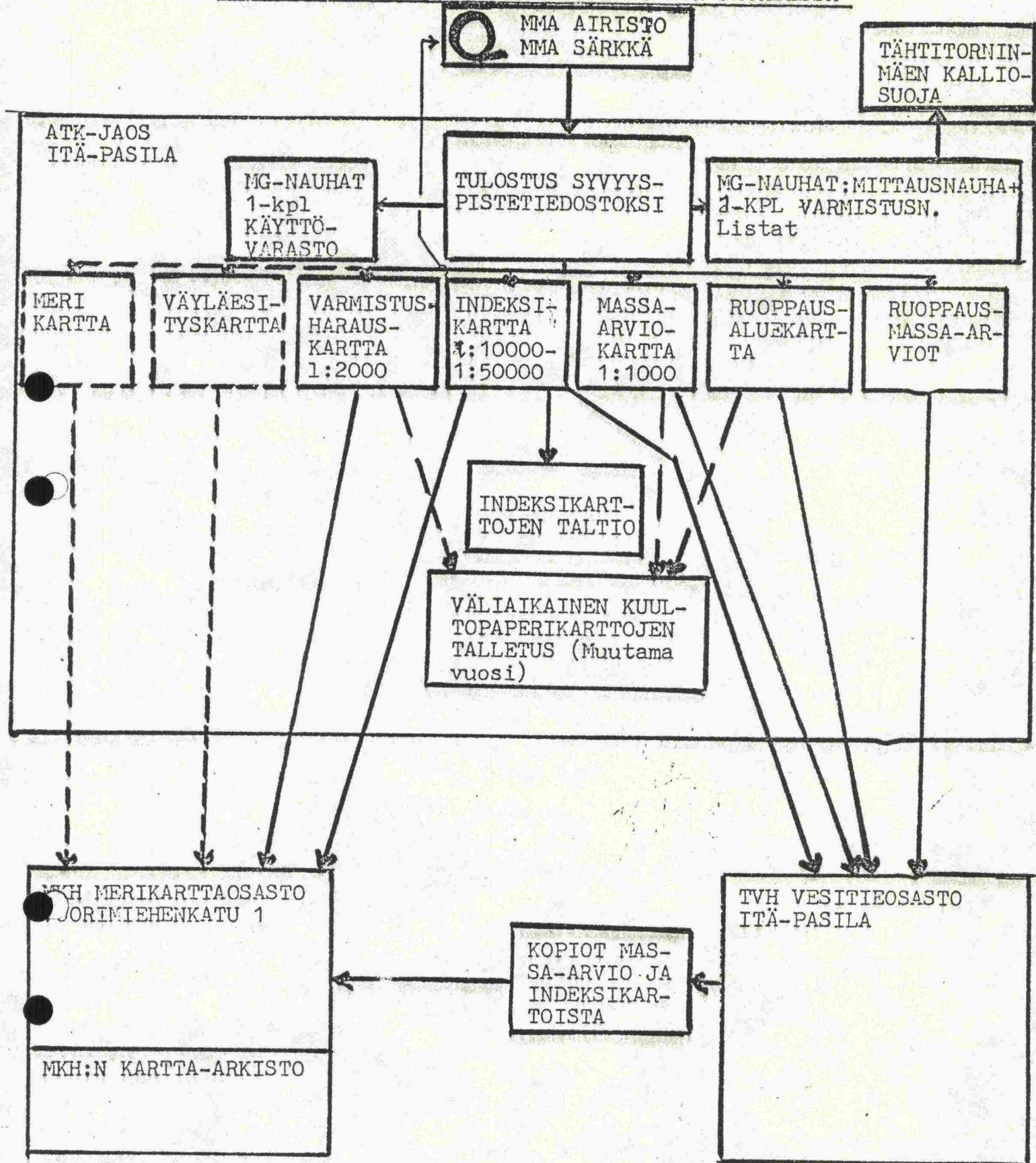
LAGKETTU: INCK 01/HF3000

L203:01C.TAUVO

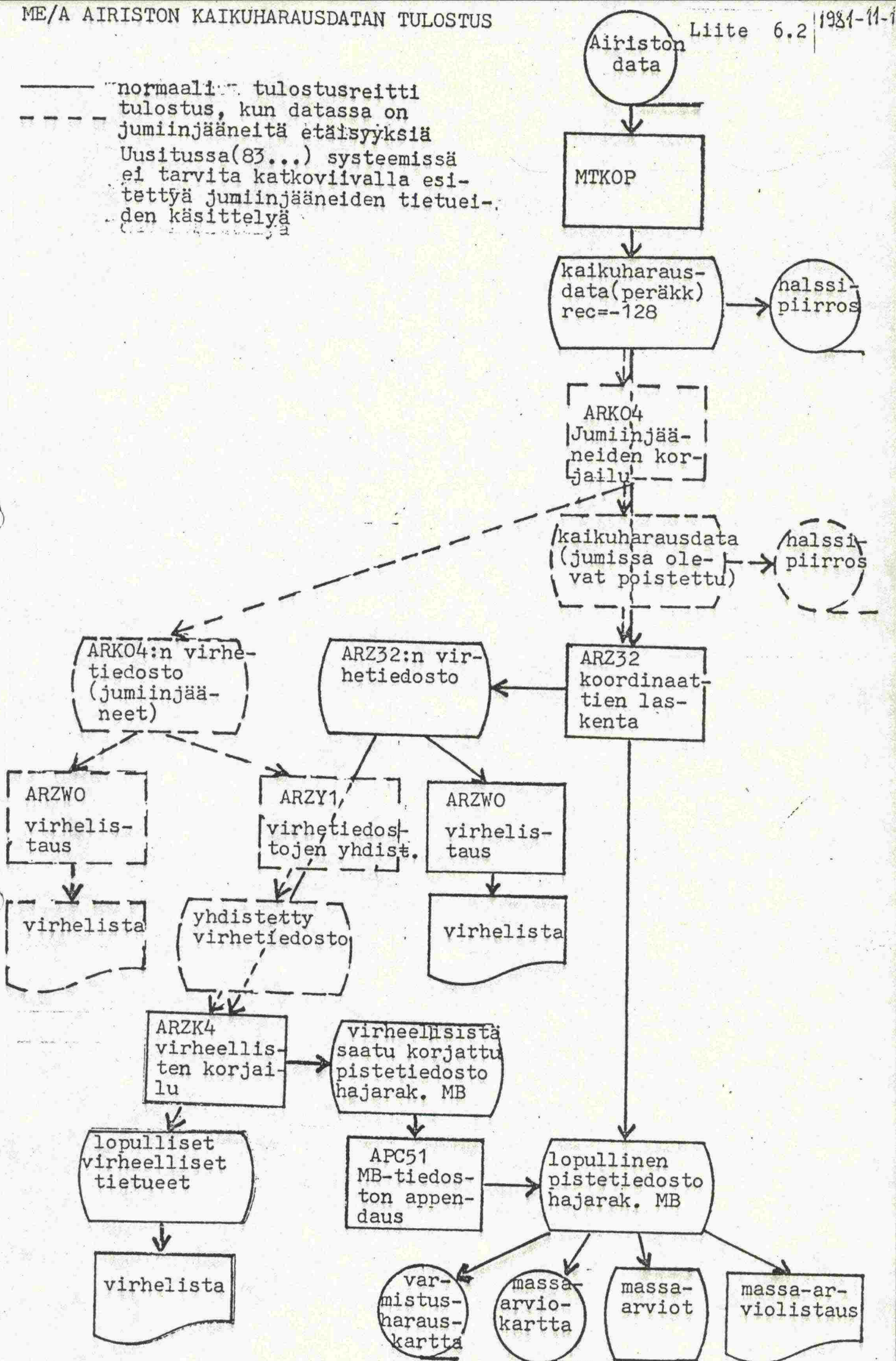
1979-03-16 9.33

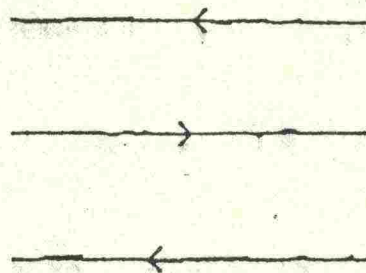
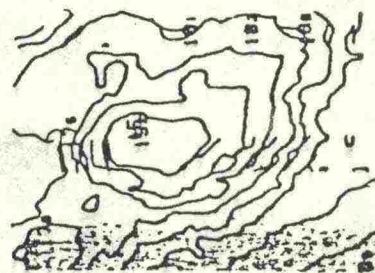
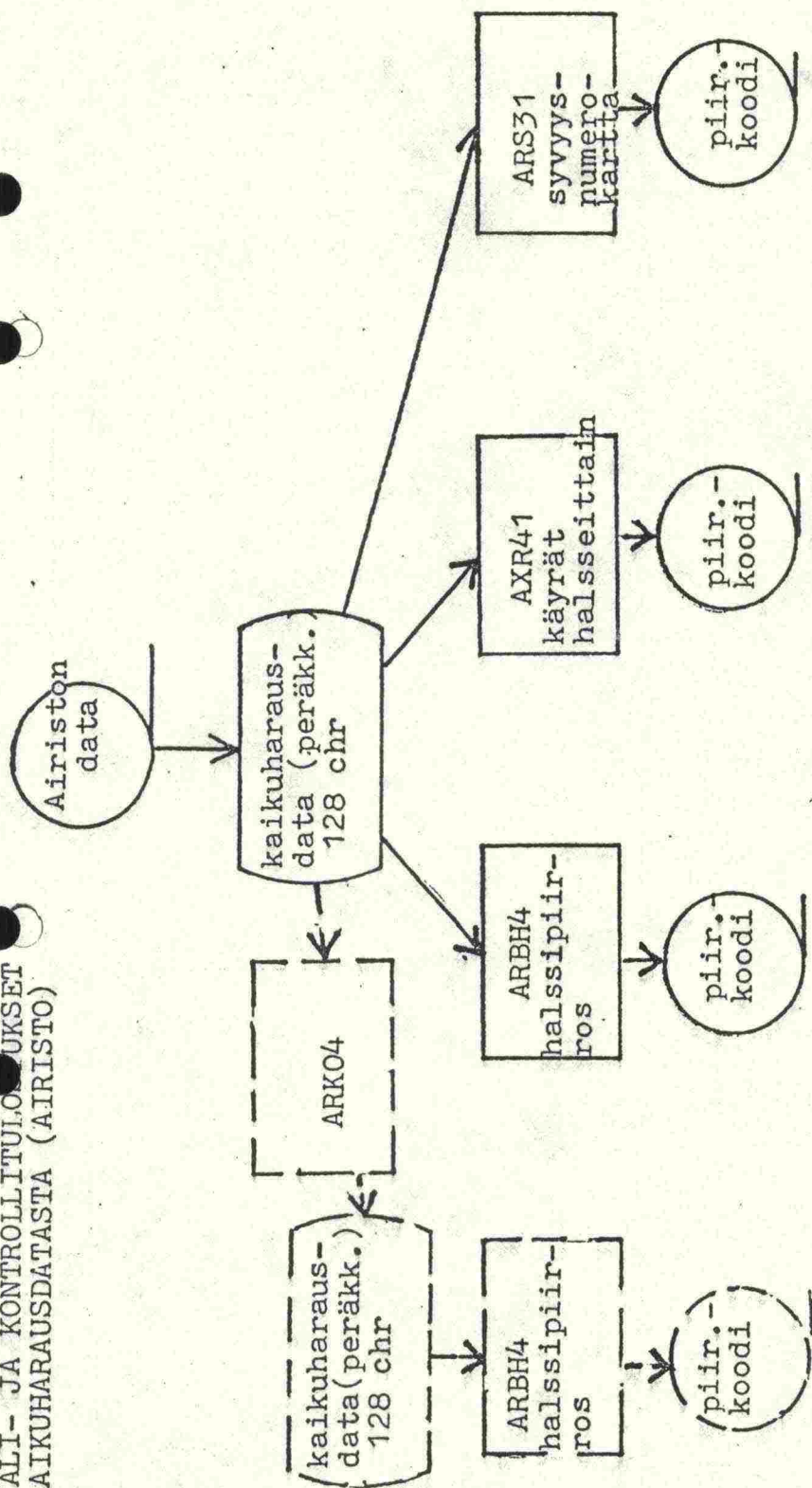


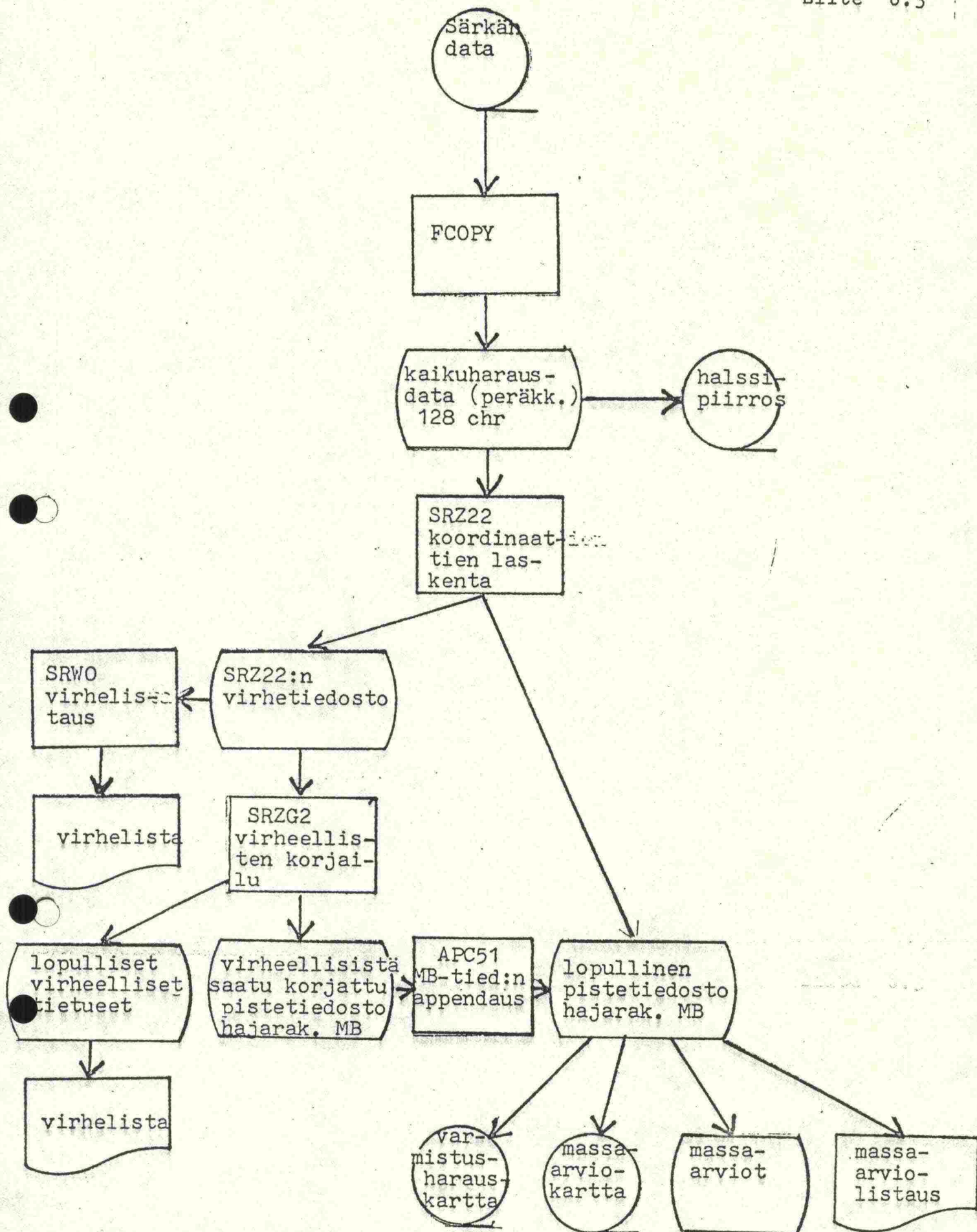
KAIKUHARAUSMATERIAALIN KÄSITTELY ATK-JAOKSESSA



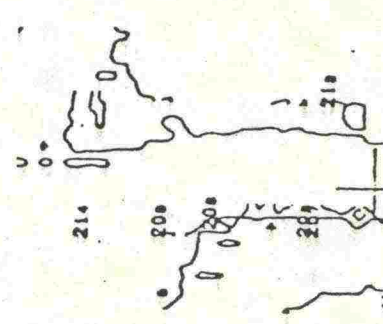
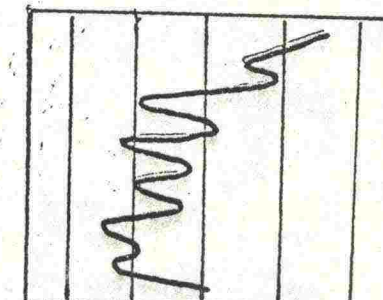
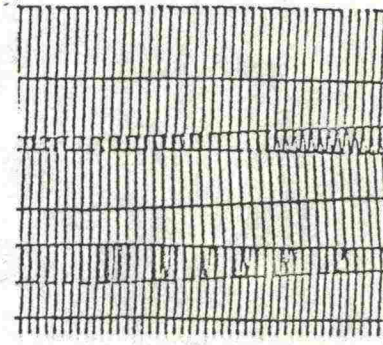
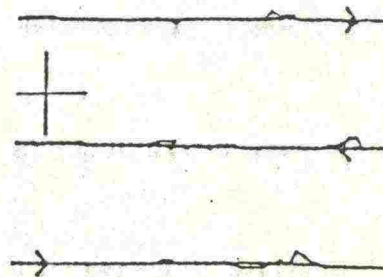
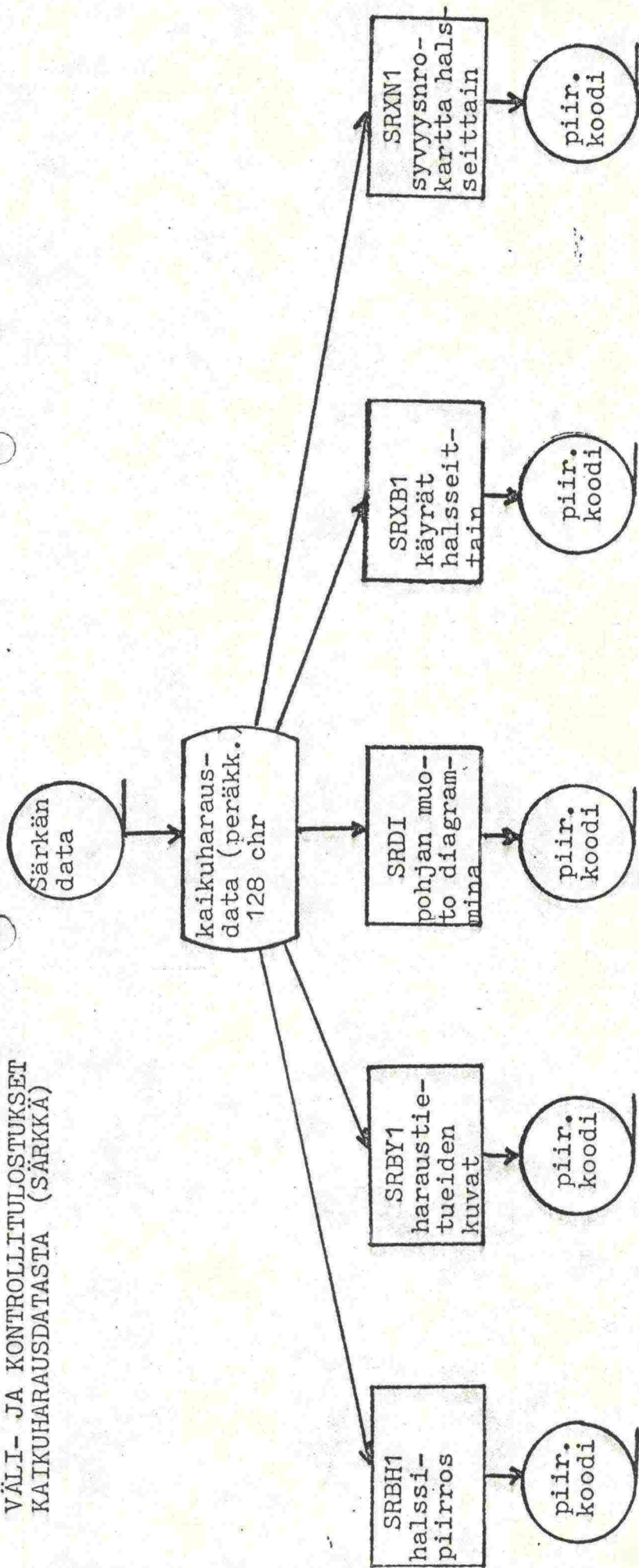
— normaali tulostusreitti
 --- tulostus, kun datassa on
 jumiinjääneitä etäisyyksiä
 Uusitussa(83...) systeemissä
 ei tarvita katkoviivalla esi-
 tettä jumiinjääneiden tietuei-
 den käsittelyä



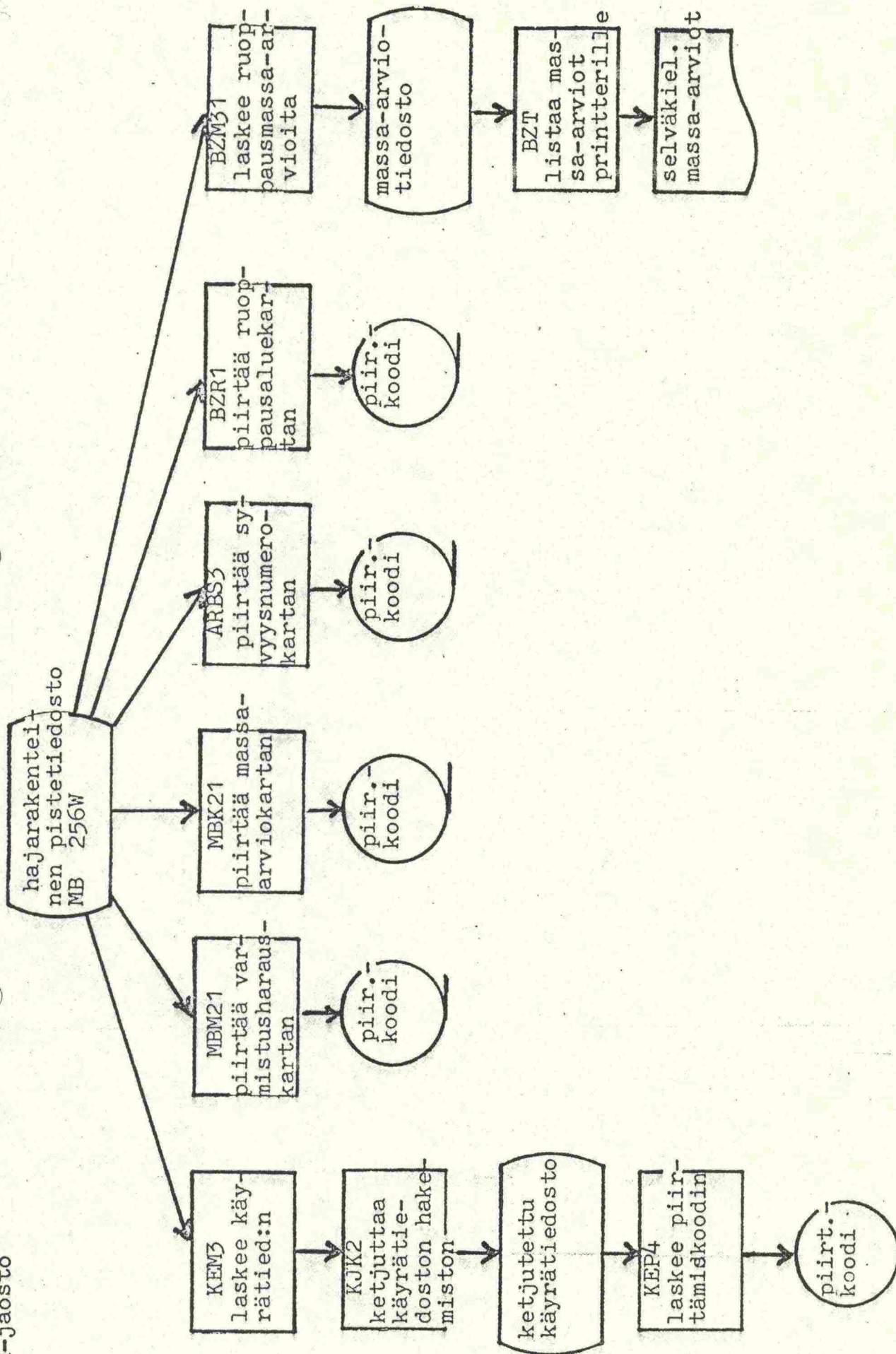


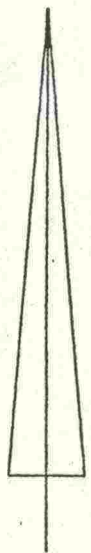


VÄLI- JA KONTROLLITULOSTUKSET
KAIKUHARAUSDATASTA (SÄRKÄ)



1 21 21 21 21 20 20 20 20
1 21 21 21 21 21 21 21 21
1 21 21 21 21 21 21 21 21
1 21 21 21 21 21 21 21 21
1 21 21 21 21 21 21 21 21
1 21 21 21 21 21 21 21 21
1 21 21 21 21 21 21 21 21
0 21 21 21 21 21 21 21 21
0 21 21 21 21 21 21 21 21
0 20 21 21 21 21 21 21 21
0 21 21 21 21 21 21 21 21





670500

566300



VIII MR ME/A SARKKA

KAIKUHARAUS

MITTAKAAVA

TYO SARKK

ALUE

VUOSAARI

KIINTOPISTEET

NRO

X

Y

SRAJA 15.0

1

663524.00

562643.00

SW 5.0

2

675530.00

566745.00

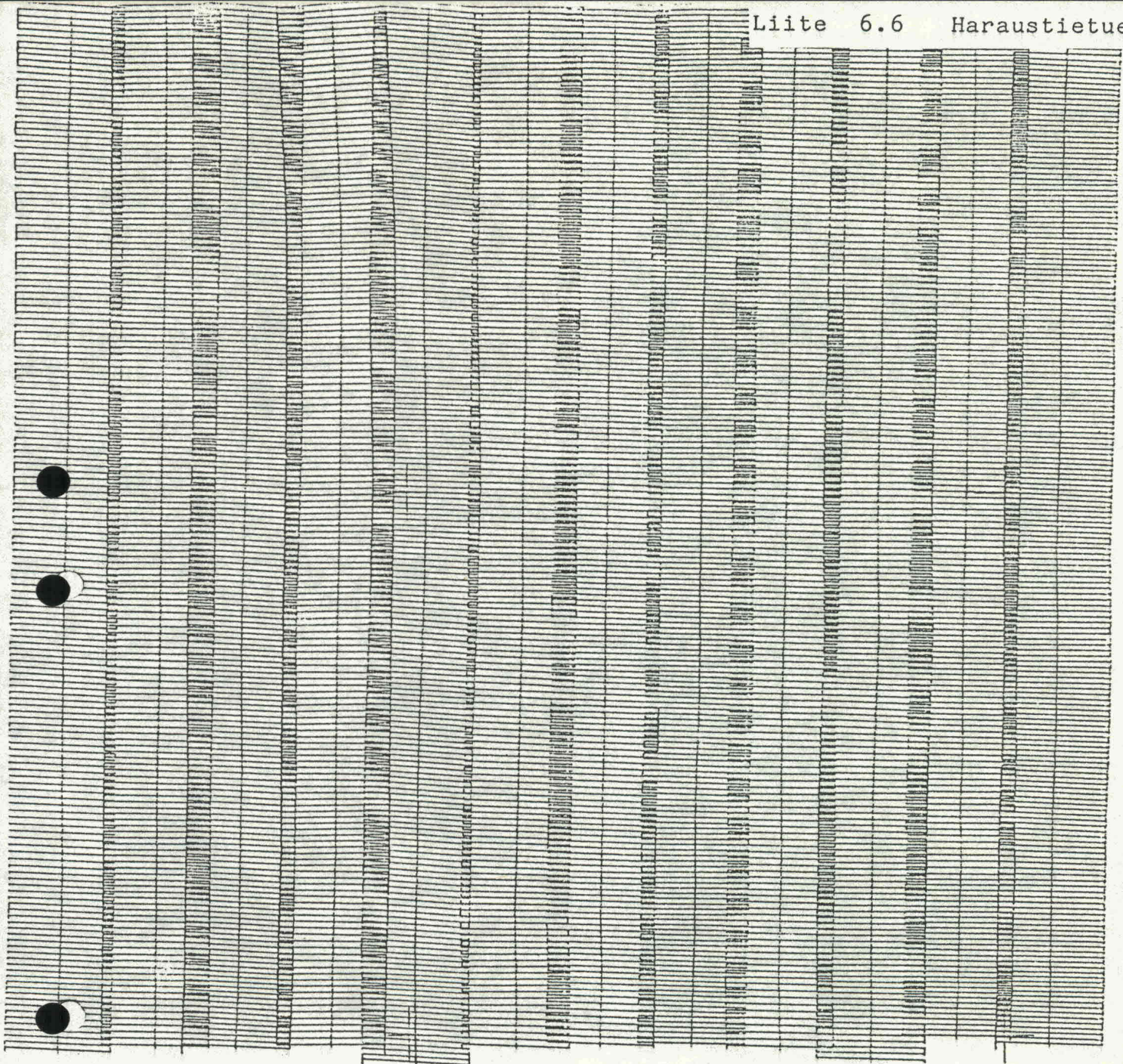
SKAT 50.0

LASKETTU SRSH 01/HP3000

SARKK

1991-03-05 13.30

NAUHA MK0101:0



1

1

SARKKA

KAIKUHAUS

MITTAKAAVA 1/2000.

ALUE VUOSAARI

X

Y

SRAJA 15.0

555555 11

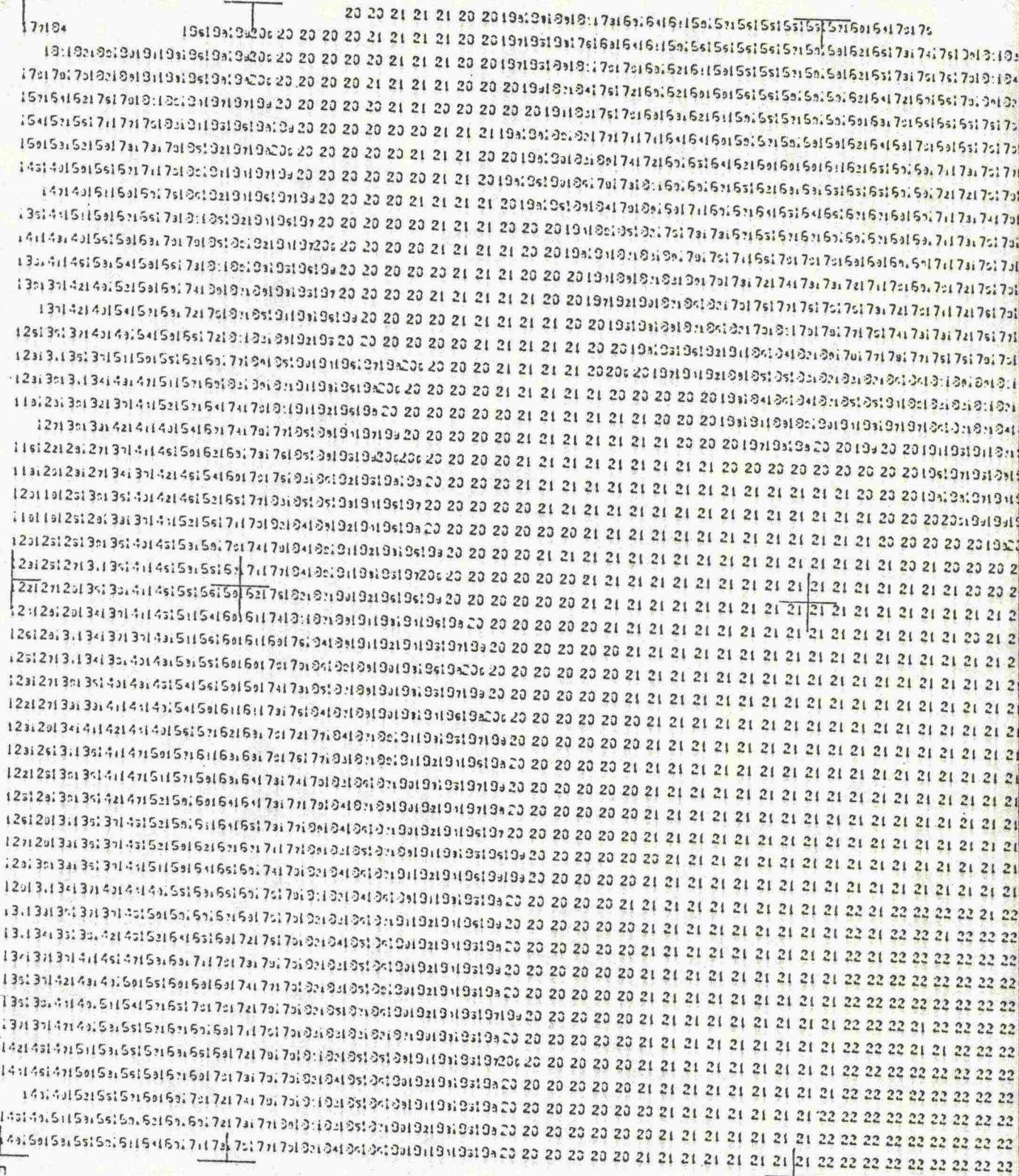
555555 22

555555 33

Liite 6.7 MZ-syvyysmallista piirretty syvyysnumerokartta

566670

670300



670700

566670

KAIKUHARAUS

MITTAKAAVA 1/500.

TYO SARKK

ALUE VUOSAARI

KIINTOPISTEET

NRO

X

Y

0

.00

.00

566370

670900

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 8 | | | | | | | | | | | | |

556370

VIII MR ME/A SARKKA

KA IKUHARAUS

MITTAKAAVA 1/500.

TYO SARKK

ALUE VUOSARI

KIINTOPJSTEET

NRG

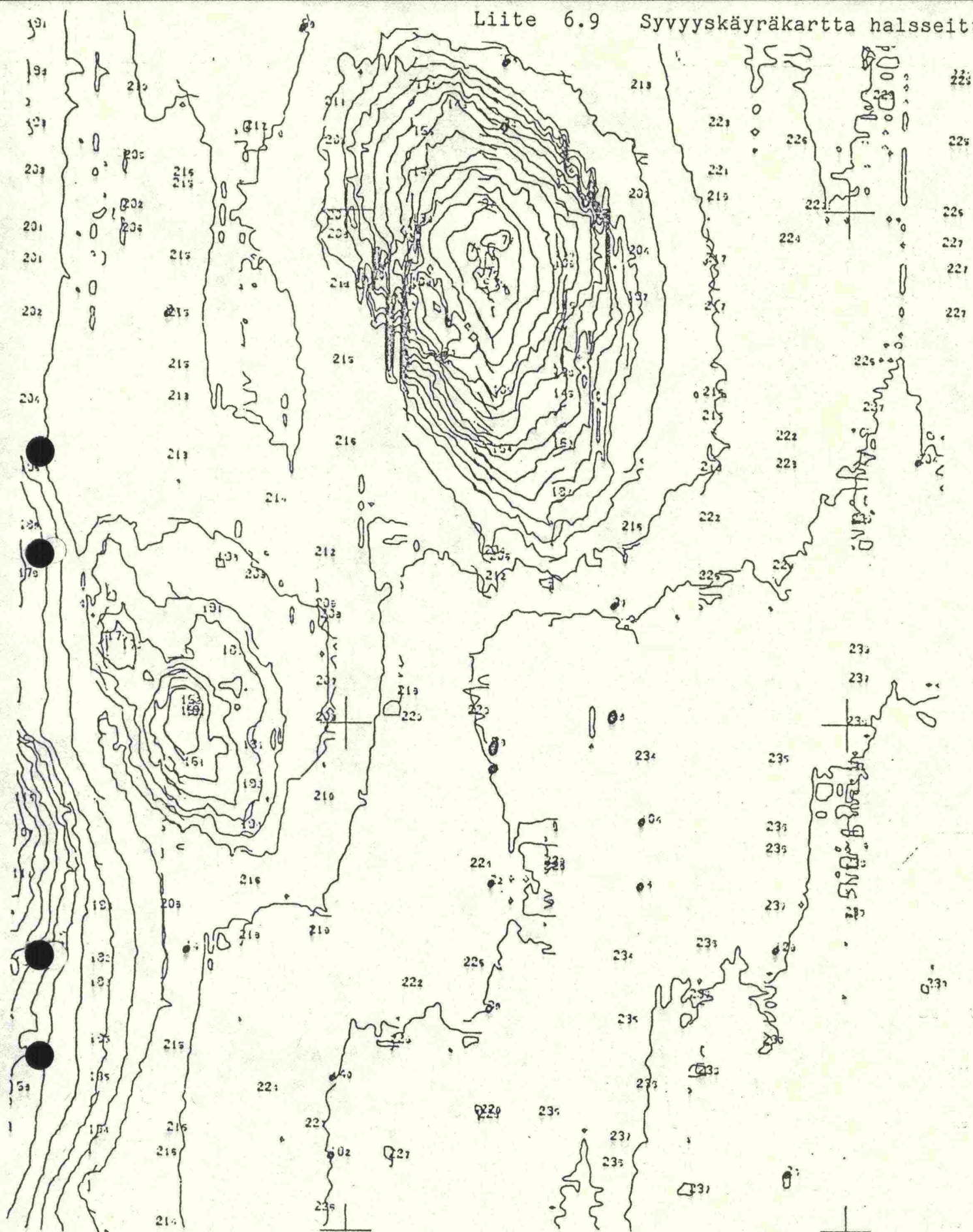
X

Y

1

663524.00

562643.00



A SARKKA

KAIKUHARAUS

MITTAKAAVA 1/2000.

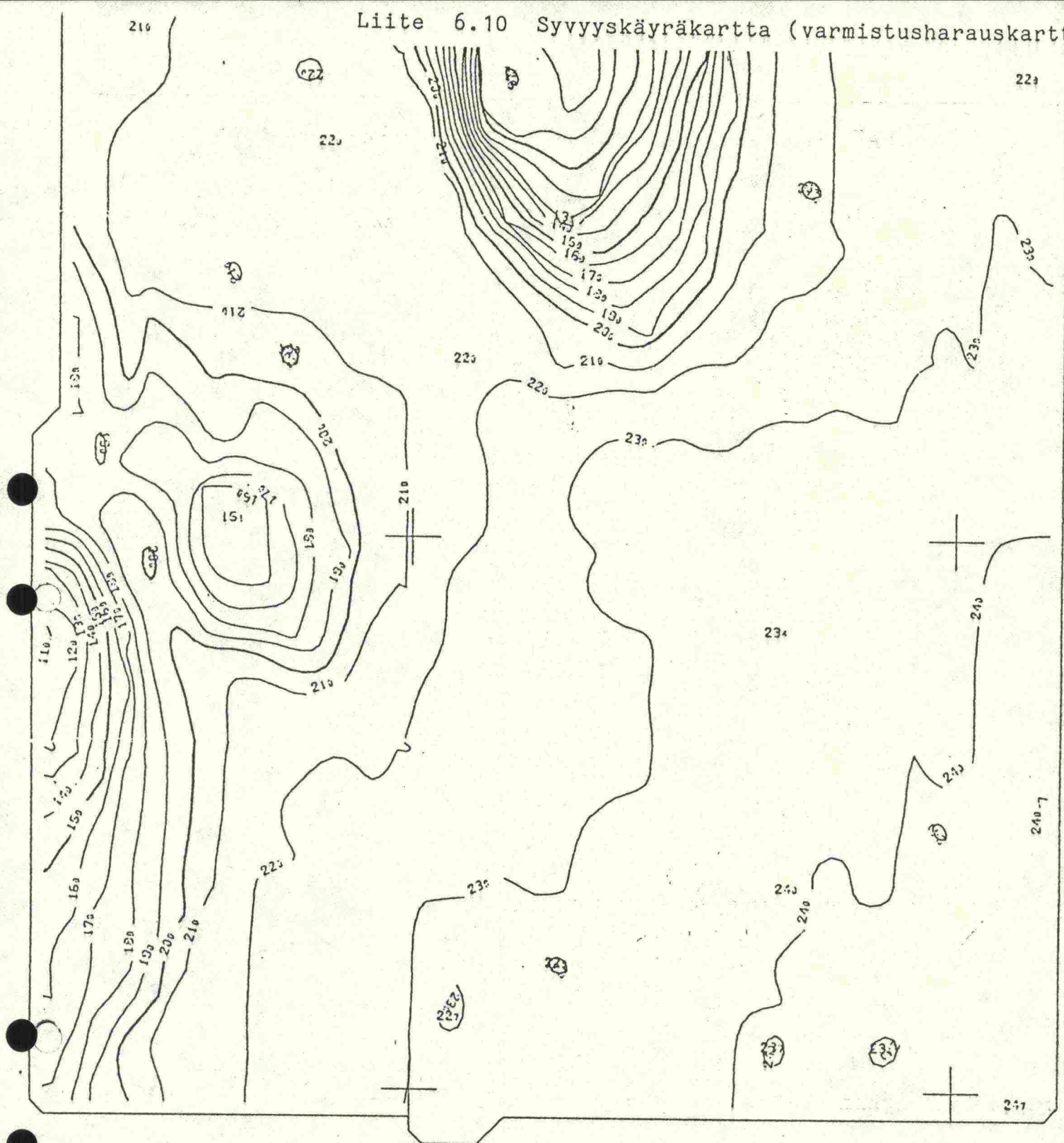
ALUE VUOSAARI

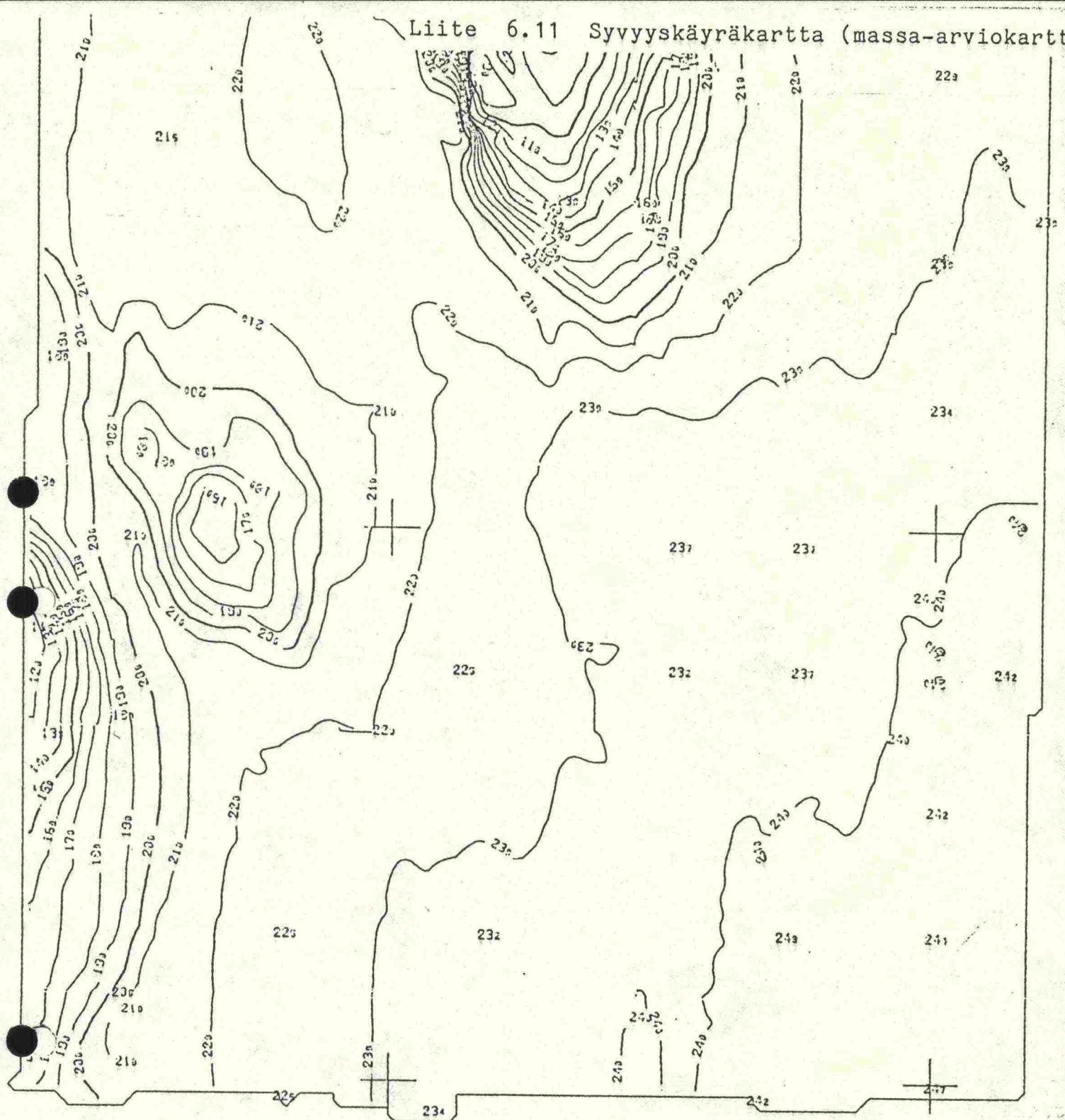
H-TASO 18.00

SYVYYSKAYRAT VALILTA

3.00 - 19.00 M

KAYRAVALI 1.00 M





E/A SARKKA

KAIKUHARAUS

MASSA-ARVIOKARTTA

ALUE VUOSAAREN

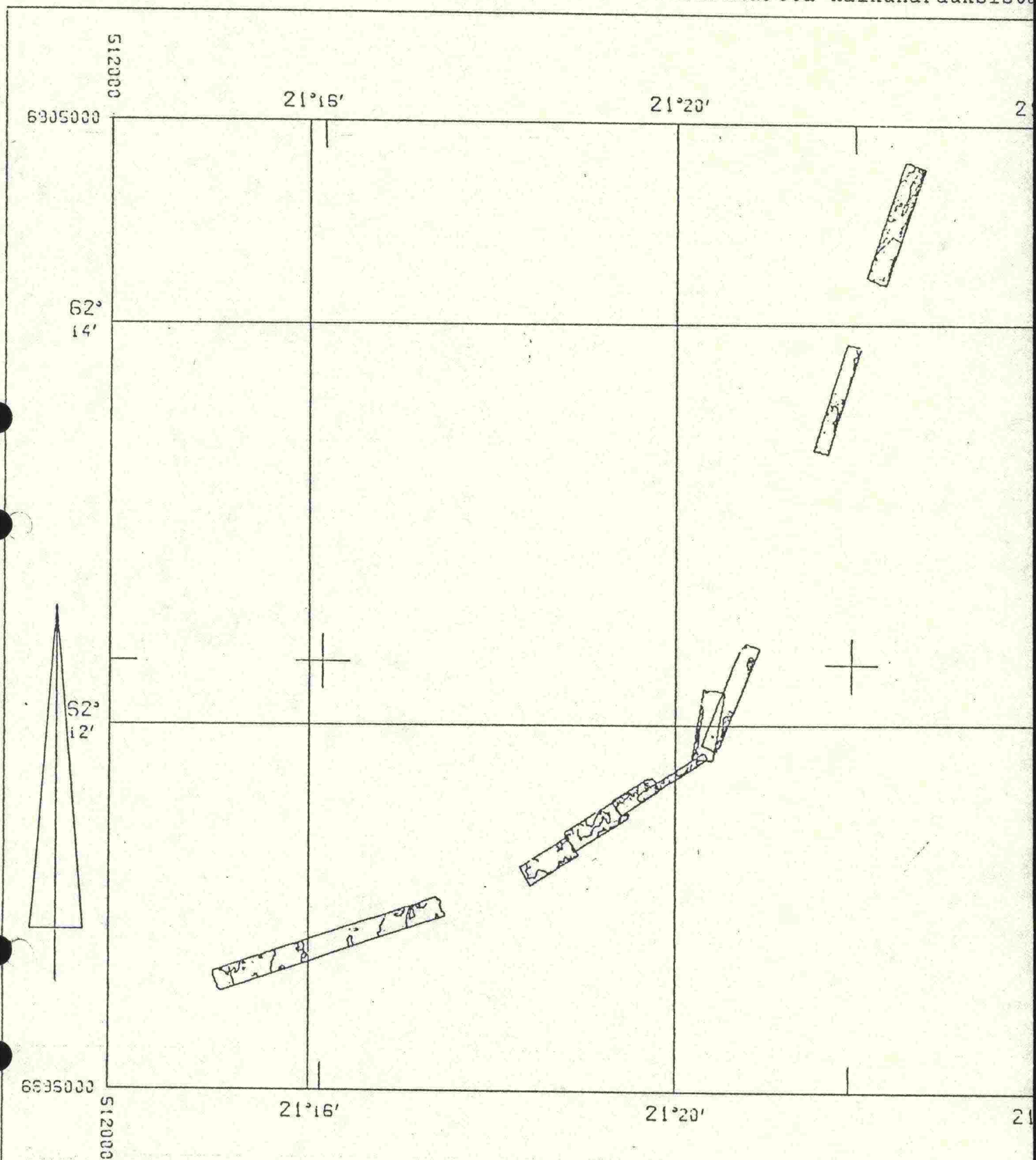
MITTAKAAVA 1:2000.

KOORDIN. JARJ.

VEDENKORKEUSTA

14 PERUSKARTTALEHTI:

00 M HARAUSTASO 18.00 EPS1 2.00 EPS2 3.00



K A Y R A K A R T T A M I T T A K A A V A 1 / 5 0 0 0 0 .

K R I S T I I N A N K A U P U N K I 1 9 8 3

SYVYYSTASO 1 = 7.01

SYVYYSKAYRAT VALILTA 3.00 - 6.00 M

SYVYYSKAYRAT VALILTA 7.00 - 10.00 M

SYVYYSKAYRAT VALILTA 20.00 - 50.00 M

LASKETTU KEP4 01/HP3000

KRII

KAYRAVALI 3.00 M

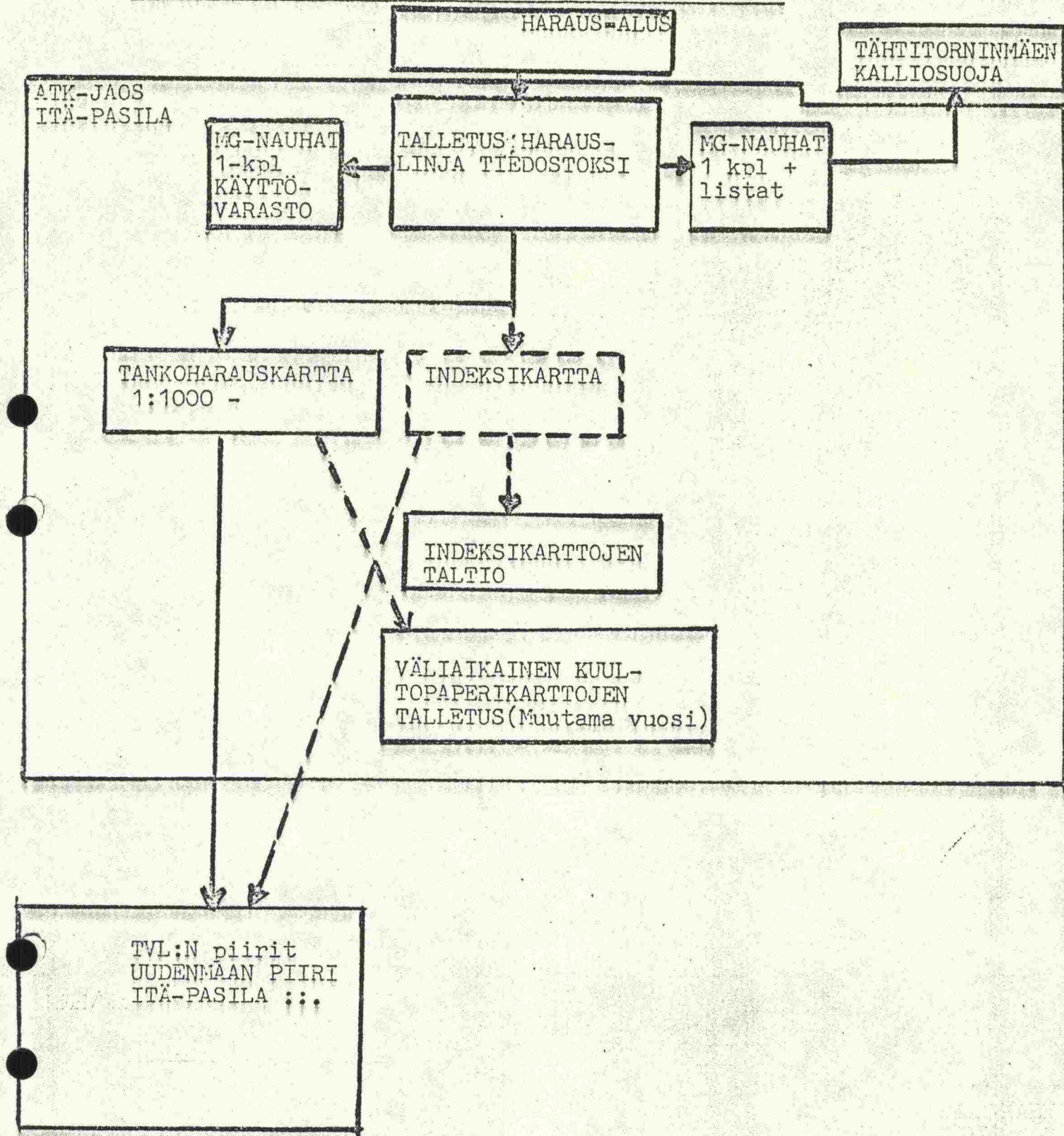
KAYRAVALI 3.00 M

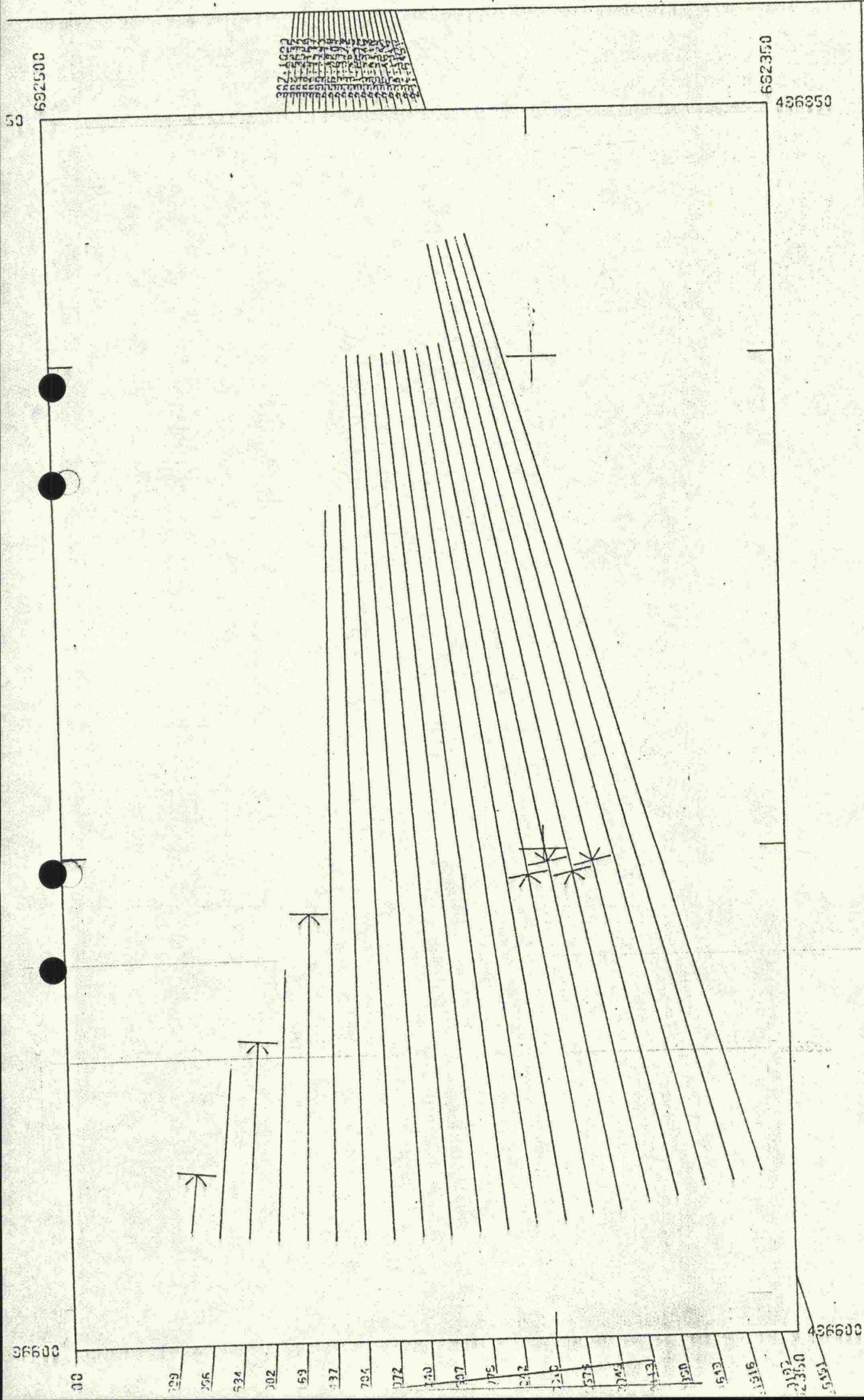
KAYRAVALI 10.00 M

1983-10-31 13.23

NAUHA MKP045.0

TVL:N TANKOHARAUSTEN TULOSTAMINEN ATK-JAOKSESSA





MITTAKAAVA 1:1000.

T A

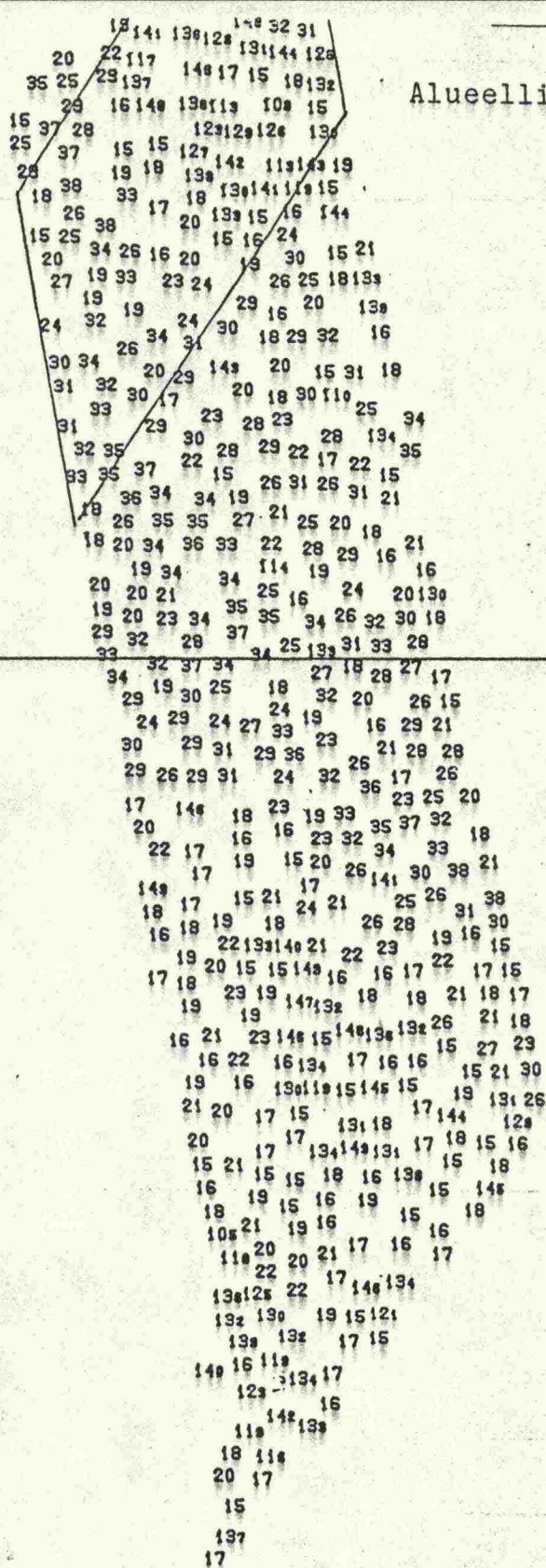
T A N K O H A R A U S K A R T T A

H A R A U S 2.1 M

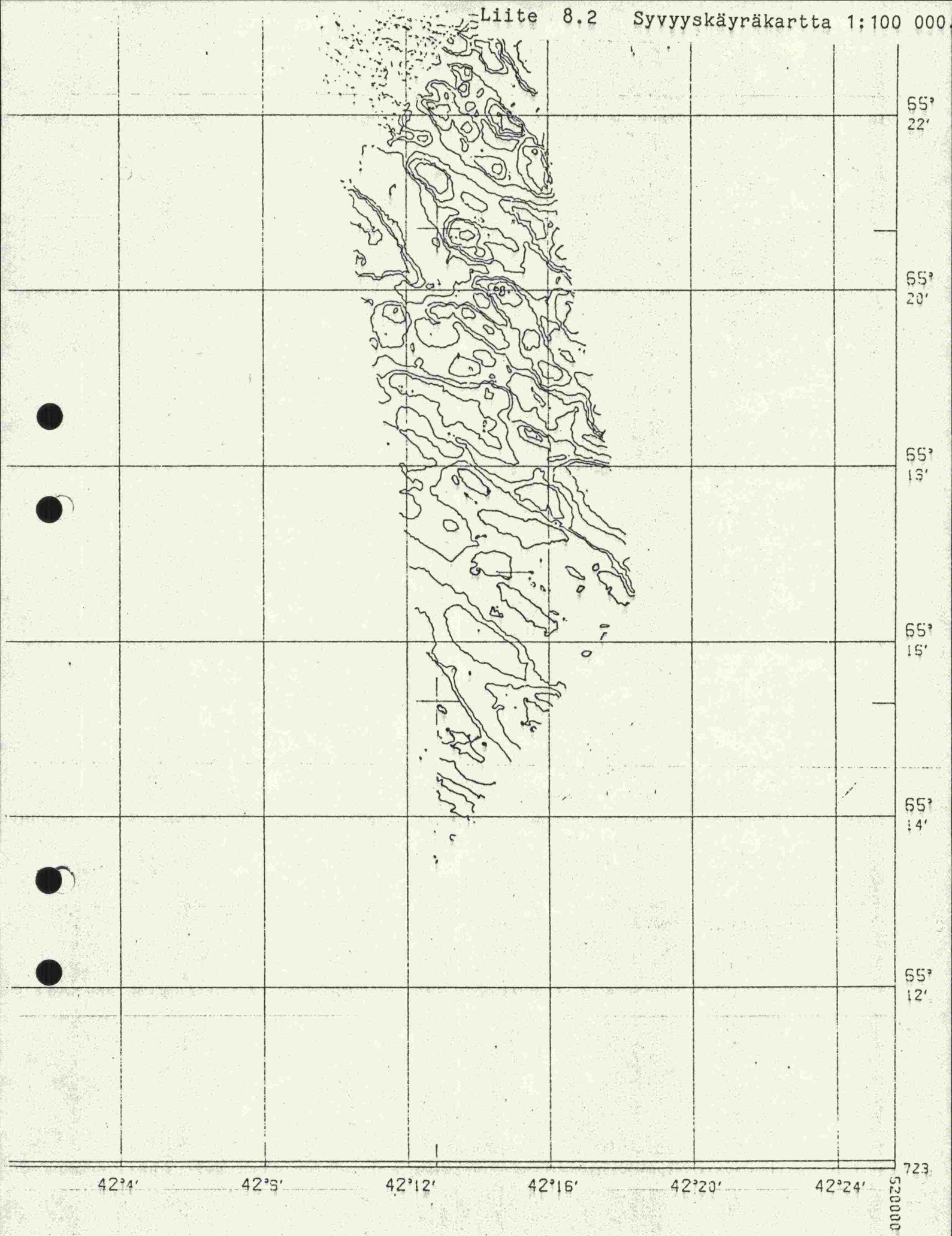
V I R K K A L A

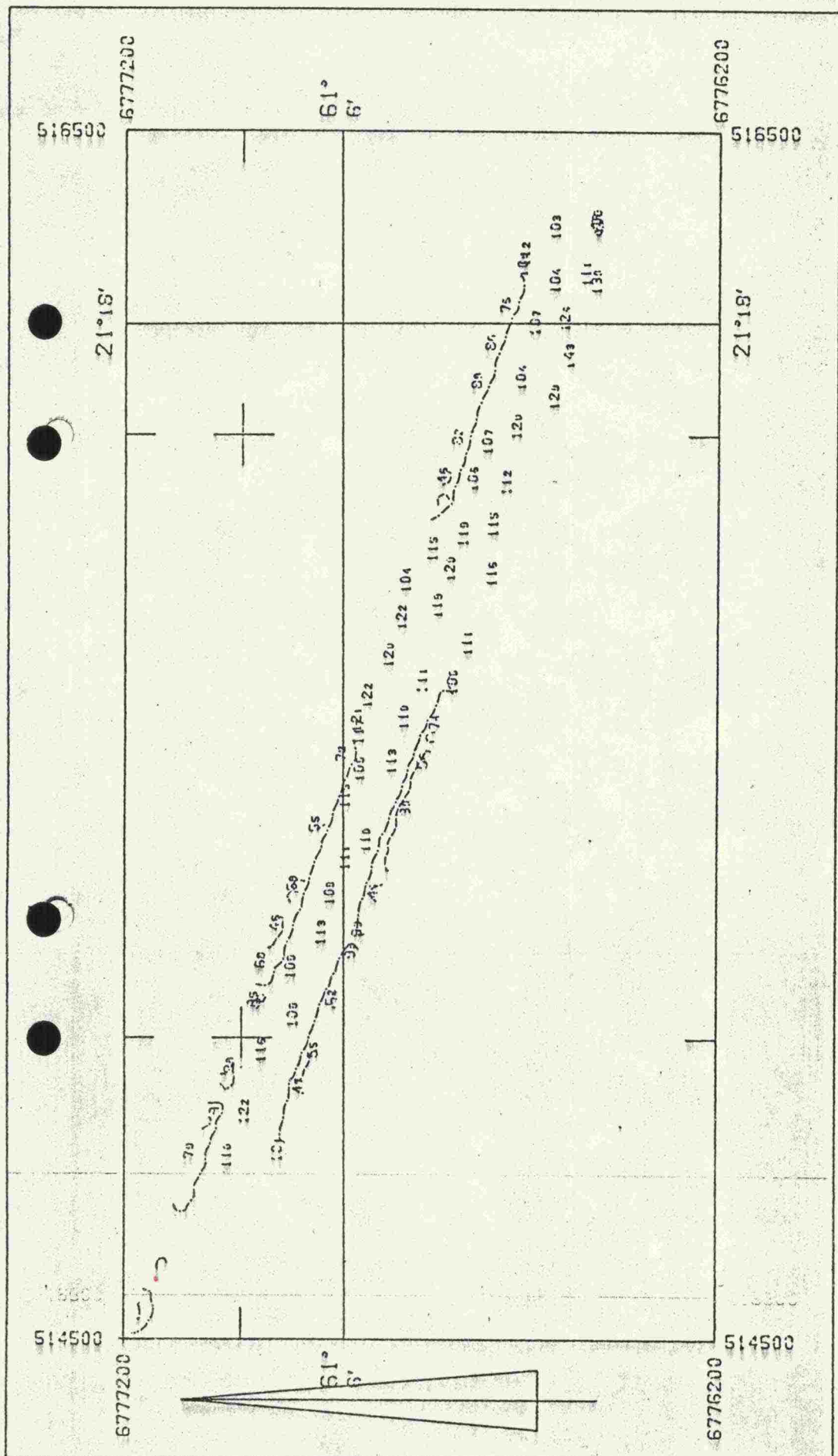
Alueellisesti valittu syvyysnumerokartta

Liite 8.1



24°20'





V A Y L A E S I T Y S K A R T T A RIHTNIEMI 10.5 M

MITTAKAAVA 1/10000.

SYVYYSTASO 1 - 5.00.

| | | | | | | | |
|----------------------|-------|---|--------|---|-----------|-------|---|
| SYVYYSKAYRAT VALILTA | 3.00 | - | 6.00 | M | KAYRAVALI | 3.00 | M |
| SYVYYSKAYRAT VALILTA | 10.00 | - | 20.00 | M | KAYRAVALI | 10.00 | M |
| SYVYYSKAYRAT VALILTA | 50.00 | - | 100.00 | M | KAYRAVALI | 50.00 | M |

LASKETTI VEK 01/HP3000

RIHTNIEMI

1983-10-23 12.43

NAUHA MKP079.0

M K H / MKO / ATK

1983-10-25

TESTIA L U E 1 9 8 3

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| XMAX | XMIN | YMAX | YMIN |
| 700000.00 | 699000.00 | 494000.00 | 493000.00 |

VAYLA-ALUEEN NURKKAPISTEET

| | |
|-----------|-----------|
| X | Y |
| 700000.00 | 493500.00 |
| 700000.00 | 493600.00 |
| 699000.00 | 493600.00 |
| 699000.00 | 493500.00 |

| | |
|------------|----------------|
| RUOPP.TASO | MAT.RUOPP.VALI |
| 18.00 | 1.00 |

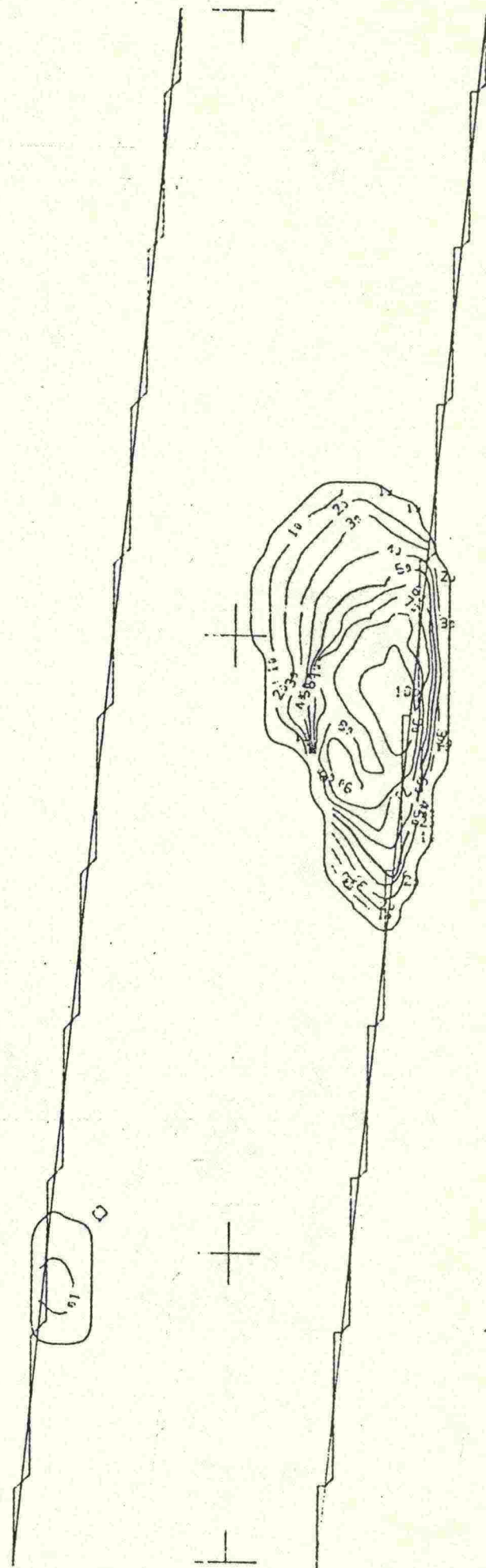
| | |
|-------------|-----------|
| KIERTOPISTE | LUISKA |
| X | Y |
| 699000.00 | 493550.00 |
| | .3333 |

| | |
|------------|-------------|
| SIVUSIIRTO | KIERTOKULMA |
| DXD | DYD |
| .00 | 10.00 |
| | GON |
| | 1.0000 |

| | | |
|-----------------|----------|-------------|
| VAYLAVAIHTOEHTO | RUOP.ALA | RUOP.TILAV. |
| SIIRTO KIERTO | | |

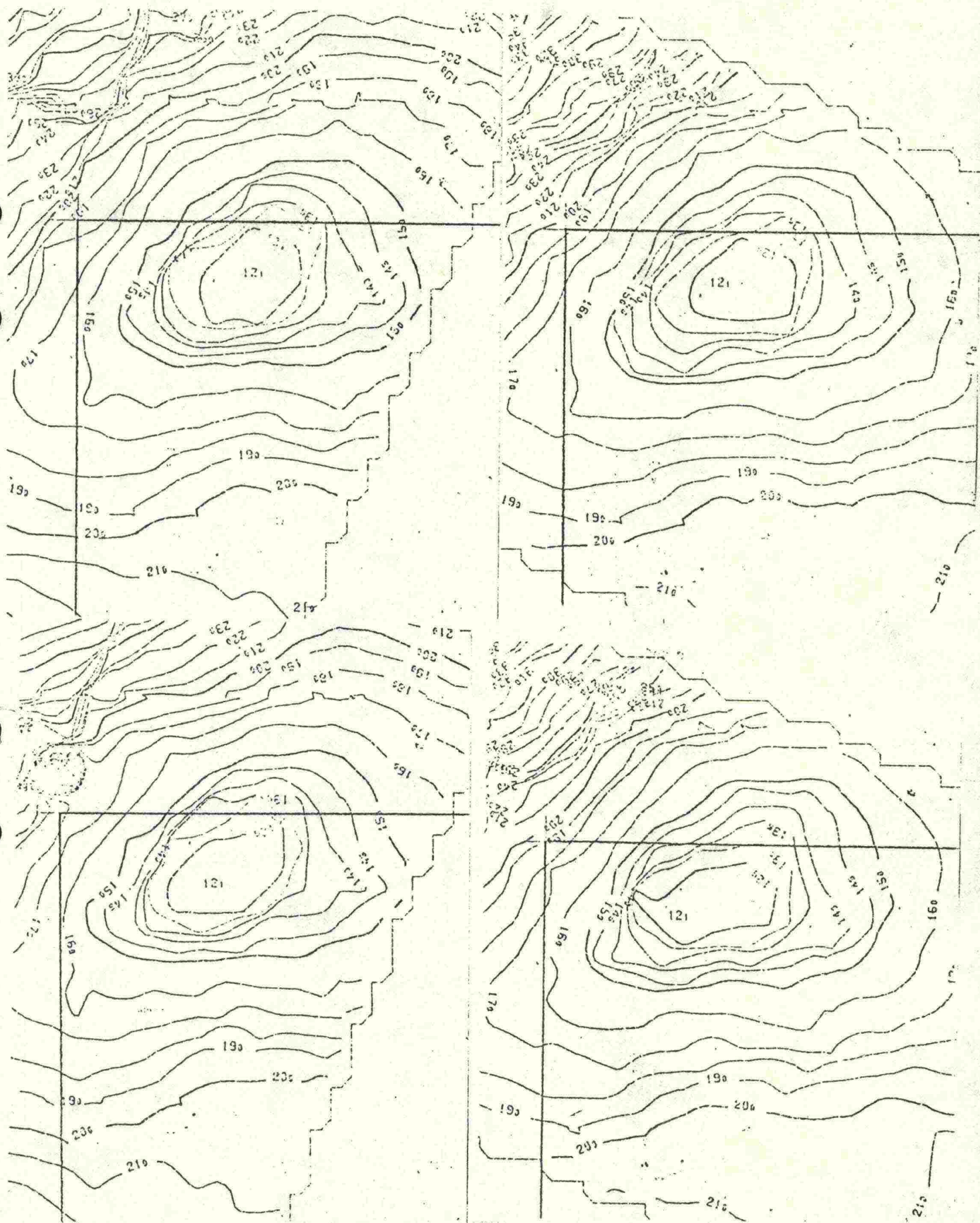
| | | | | |
|---|---|---------|---------|----------------------------|
| 0 | 0 | 2119.61 | 1390.85 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 1711.86 | 1158.99 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | 407.76 | 231.87 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |
| | | 114.00 | 67.12 | ALLE 1.0 M RUOP. VAYLALLA |
| | | 12.13 | 23.33 | ALLE 1.0 M RUOP. LUISKALLA |
| 0 | 1 | 1046.93 | 518.44 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 800.49 | 398.14 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | 246.43 | 120.31 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |
| | | 1.30 | .75 | ALLE 1.0 M RUOP. VAYLALLA |
| | | .76 | .34 | ALLE 1.0 M RUOP. LUISKALLA |
| 0 | 2 | 230.12 | 97.19 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 230.12 | 97.19 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | .00 | .00 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |
| 1 | 0 | 787.50 | 389.52 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 675.00 | 314.43 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | 112.50 | 75.09 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |
| 1 | 1 | 150.19 | 44.26 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 150.19 | 44.26 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | .00 | .00 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |
| 1 | 2 | 40.05 | 2.74 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 40.05 | 2.74 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | .00 | .00 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |
| 2 | 0 | 149.51 | 37.19 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 130.27 | 35.65 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | 49.24 | 21.54 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |
| 2 | 1 | 99.03 | 51.98 | VAYLAN KOKONAISTIEDOT |
| | | 99.03 | 51.98 | RUOPATTAVAA VAYLALLA |
| | | .00 | .00 | RUOPATTAVAA LUISKALLA |

7



566300

Mma Airistolla 1979-09-03 tehdyn koetyön tuloksia.
Sama matalikko on mitattu eri suunnista yhdensuuntaisin
halssein ja mittauksista on piirretty varmistusharaukset
mittakaavaan 1:1000. Laskentaruutu on ollut 5 m.





I S

SATUNNAISVIRHEIDEN SIMULOINTI